薬剤散布による表層地盤の固化過程における環境への影響

福井工業高等専門学校専攻科　○廣瀬康平
福井工業高等専門学校　正会員　辻子裕二
株式会社田中地質コンサルタント　田中謙次
日本植生株式会社　横井　誠

1．はじめに

近年多発する集中豪雨等により，我が国において多くの土砂災害がもたらされている．斜面崩壊地点における浸食防止として，植生シート敷設による法面保護策が採られることがある．この工法は，施工性に優れ時間の経過に従い安定性が向上する特長を有する．しかし，急傾斜地の表層崩壊地点に対し植生シートを適用する際，雨や土砂の流出に伴う種子や栄養分の流出による活着の阻害が危惧される．したがって，植生による地盤の緊縛効果が得られるまでの間だけ表層地盤を安定させ，かつ植生の成長を阻害しない薬剤の開発が望まれる．本研究では，この理想的な効果が期待される地盤の強化保存剤候補を数種取り上げ，薬剤散布時における浸透水の環境への影響，ならびに固化地盤における植物の生長阻害について検討した．

2．薬剤の選定

土や石を強化保存する薬剤は数種存在し，主な用途として遺跡など土構造物の強化保存が挙げられる．このため，保存対象物の強化保存だけでなく，風化防止対策として土の間隙をなくし，水や空気に触れないようにコーティングする役割も担っている．しかし，土と石の強化保存剤「TOT」は他の一般的な強化保存剤とは異なり，土の間隙を保持しつつ土粒子の結合を強化させる働きがある．このため，透水性が保持され植物の生長を阻害しにくい特徴を持つ．以上より，本研究では特にTOTに着目し，適用時の環境への影響を検討した．この他，比較のために，パラロイドB72溶液(アセトン 10%溶液)および OH100(ワッカー社製)を実験に供した．

3．流出水の毒性評価[1)]

TOTの透水性に起因する浸透水の環境への影響を検討するため，ミジンコ遊泳阻害試験を実施した．同試験により地盤の固化過程における浸透水と水道水等とを比較し，毒性を評価する．ここで浸透水とは，最適含水比付近で締固められた供試体の透水試験過程での流出水とする．なお，地盤の固化程度による影響を比較するため，TOT処理した後2日間空気養生させたもの(以下，2日養生と略記)，同じく1週間空気養生させたもの(1週間養生)とTOTで処理しないもの(未処理)を実験に供した．図1より水道水と浸透水を比較すると，水道水の方が高い遊泳阻害率を示した．TOTについては養生時間によらず遊泳阻害に大きな違いは確認されなかった．この結果からは，TOT処理後に降雨があった場合であっても，周辺環境へ悪影響は想定できない．なお，透水試験結果は，未処理，2日養生，1週間養生を問わず透水係数はほぼ一定の値を示した．

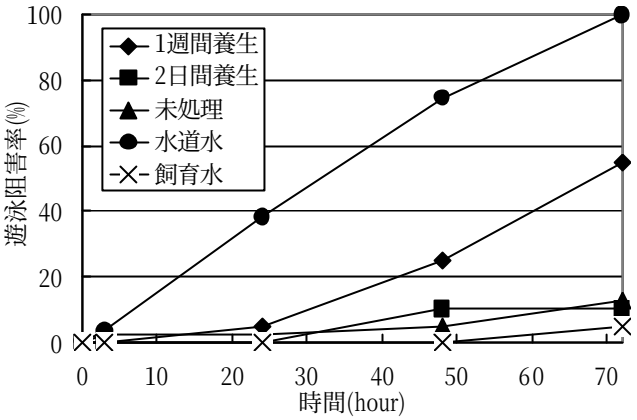

図1　ミジンコ遊泳阻害試験結果

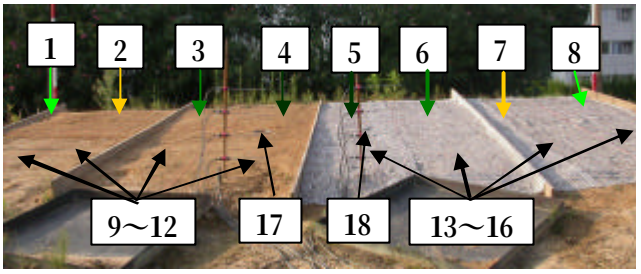

図2　観測斜面の様子

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12 (17)	13 (18)	14	15	16

散布した薬剤	植生シートなし	植生シートあり
なし	9～12	13～16
パラロイドB72 溶液 4l/m²	17	18
TOT 1l/m²	1	8
TOT 2l/m²	2	7
TOT 3l/m²	3	6
TOT 4l/m²	4	5

図3　観測斜面の平面図（上）と諸元（下）

４．屋外試験による植物の生長阻害評価

薬剤散布による斜面強化の効果と植生の生長を観察するため，図２の斜面(以下，観測斜面と略記)を作成した．斜面表層はマサ土を用いて成形した．観測斜面に仕切りを設け，TOT を所定の量を散布し，半面に植生シート(ハリシバ 21)を敷設した．なお，図２，図３および表１中の番号は対応している．表１は観測斜面の観察結果であり，表中の日数は植生シートの施工日である 2007 年 9 月 4 日を基準としている．なお，同表中の植生シート敷設箇所は植生シートに覆われることにより地表面の観察ができないため斜線となっている．表より，TOT を固化に十分な量を散布した場合であっても 2～4 週間程度で植生シートの種子の発芽が確認された．しかし，薬剤を適用しない地点と比べれば 2 週間程度の発芽の遅延が認められた．この観測斜面の傾斜角は約 10° と緩く，当該実験期間において種子等の流出はほぼない状況であったと判断される．したがって，定着の遅延が実質的な遅延となるか否かは，急傾斜地での適用結果を踏まえて判断する必要がある．

５．室内試験による植物の生長阻害評価

観測斜面での既存植生の影響を排除し，植生シートからの植生の生長をより観察し易くするため，観測斜面での実験と並行して室内試験を実施した．室内試験用の供試体（直径 10 ㎝，高さ 20 ㎝）は観測斜面と同じマサ土を用い，含水比は最適含水比付近の 15.3%に調整した上で，突固めにより密度を 1.9g/cm^3 にした．表２のような条件で供試体を準備し，植生シートは観測斜面と同じハリシバ 21 を使用した．表３は供試体の観察結果であり，表中の日数は植生シートの施工日である 2007 年 10 月 7 日を基準としている．ケース C(植生シートなし)の供試体では植生の発芽が確認されなかったため結果を省略した．TOT 処理した供試体の発芽数は，未処理の場合よりも若干少ないものの，他の保存剤を適用した場合より多くの発芽が確認された．

６．結論と今後の課題

試験結果から，TOT は現存する他の強化保存剤と比べて植生の生長を阻害し難い薬剤と言える．薬剤を適用しない場合に比して定着に遅れが出ることに関しては，季節的な影響を踏まえて判断する必要がある．

参考文献

1) 田中保士他：保存剤による地盤の強度発現過程における環境への影響，日本文化財科学会第 24 回大会研究発表要旨集，pp.72-73, 2007.

表１　観測斜面の観察結果

	3 日後		2 週間後		4 週間後		6 週間後	
1	―	―	―	□	―	□	―	□
2	―	―	―	□	―	□	―	□
3	―	―	―	―	―	―	―	―
4	―	―	―	―	―	□	―	□
5	―		―		○		○	
6	―		○		○		○	
7	―		―		○		○	
8	―		―		○		○	
9	―	―	―	□	―	□	―	□
10	―	―	―	□	―	□	―	□
11	―	―	―	□	―	□	―	□
12	―	―	―	□	―	□	―	□
13	○		○		○		○	
14	○		○		○		○	
15	○		○		○		○	
16	○		○		○		○	
17	○	―	○	―	○	―	○	―
18	○		○		○		○	

○ :植生シートの種子の発芽を確認
□ :観測斜面の表土の流出を確認
― :変化なし
※斜線は測定不能

表２　供試体条件

番号	散布した薬剤	A	B	C
		植生シートあり		なし
Ⅰ	なし	A-Ⅰ	B-Ⅰ	C-Ⅰ
Ⅱ	パラロイドB72溶液 4l/m^2	A-Ⅱ	B-Ⅱ	C-Ⅱ
Ⅲ	OH100 4l/m^2	A-Ⅲ	B-Ⅲ	C-Ⅲ
Ⅳ-1	TOT 1l/m^2	A-Ⅳ-1	B-Ⅳ-1	C-Ⅳ-1
Ⅳ-2	TOT 2l/m^2	A-Ⅳ-2	B-Ⅳ-2	C-Ⅳ-2
Ⅳ-3	TOT 3l/m^2	A-Ⅳ-3	B-Ⅳ-3	C-Ⅳ-3
Ⅳ-4	TOT 4l/m^2	A-Ⅳ-4	B-Ⅳ-4	C-Ⅳ-4

表３　供試体の植生観察結果

供試体名	発芽した植生の本数(本)				
	2 週間後	3 週間後	4 週間後	5 週間後	6 週間後
A-Ⅰ	15	31	33	37	39
B-Ⅰ	1	2	5	5	18
A-Ⅱ	―	―	―	―	1
B-Ⅱ	―	―	1	1	7
A-Ⅲ	―	―	1	1	2
B-Ⅲ	1	2	2	2	4
A-Ⅳ-1	―	―	―	―	6
B-Ⅳ-1	1	10	17	17	37
A-Ⅳ-2	1	1	1	1	16
B-Ⅳ-2	―	―	1	1	11
A-Ⅳ-3	―	―	1	1	8
B-Ⅳ-3	―	4	7	7	21
A-Ⅳ-4	―	―	―	―	16
B-Ⅳ-4	―	―	1	1	17

― :変化なし