

(株)エステック	正 会 員	○関海夏人
(株)エステック	非 会 員	村松宏紀
明石工業高等専門学校	正 会 員	稲積真哉

1. はじめに

我が国では建設副産物の廃棄を抑制し、再利用を推進する政策が多く進められている¹⁾。一方、建設工事等で発生する建設副産物の一つである建設発生土は強アルカリを示すため、再資源化を図る場合、pH の点から困難を極める^{2,3)}。

一連の研究では、建設工事等で発生する建設発生土に各種中和剤を混合することで建設発生土の再利用における問題点を克服し、且つ再利用が可能であることを示す指標として植生の観点から中和剤の有効性を検討している。ここで、クエン酸、LCS、建設発生木材、およびクエン酸+建設発生木材の4種類を中和剤として建設発生土に混合し、植生基盤としての再利用の有用性を検討している。具体的には、各中和剤を混合した建設発生土に対して、pH、EC、排水性能、および硬度の4種の試験を実施し、また、植栽試験を行うことで以上4種の項目と比較、検証を行い、建設発生土の植生基盤としての再資源化への妥当性を検証する。上記において、本論文ではpH試験、EC試験、植栽試験についての考察を述べる。

2. 各中和剤の混合効果を評価するための各種試験方法

本研究における建設発生土は試験結果に統一性を持たせることを考え、模擬的に作製したものである。建設発生土の成分、および各中和剤の初期pHと建設発生土に対する分量比を表-1に示す。また、下記する各試験における植生に関する環境条件を表-2に示す。

(1) pH試験

建設発生土200gに各中和剤を混合し、十分に攪拌した後、100gを取り出し、それを250gの水に混合した時を混合直後とし、混合直後、材齢2日、4日、10日、28日において、pHメーターにより測定を行う。

(2) EC試験

建設発生土200gに各中和剤を混合し、十分に攪拌した後、100gを取り出し、それを500gの水に混合し、ECメーターにより測定を行う。

(3) 排水性能試験

建設発生土200gに各中和剤を混合し、十分に攪拌した後、100gを取り出し、試料を湿潤状態にし、その試料を合成樹脂の濾過容器に入れ、その試料を100gの水が通過するのに要する時間の測定を行う。

(4) 硬度試験

建設発生土200gに各中和剤を混合し、十分に攪拌した後、100gを取り出し、合成樹脂の容器に入れ、硬度メーターを使用して硬度の測定を行う。

(5) 植栽試験

建設発生土200gに各中和剤を混合し、十分に攪拌した後、ハツカダイコンの種子を植栽し、5日後の発芽状況の観測を行う。

3. 各中和剤の混合効果

(1) pH試験における各中和剤の混合効果

pH試験の結果を図-1に示している。pHの植生条件は中性域である6~8であった。建設発生土のpHの時間推移は11で一定であったため、植生としての効果は期待できないと考えられる。

クエン酸は、混合直後にpH7の中性域に入っているが、翌日にはpH10とアルカリ域に達し、その後アルカリ性を維持している。LCSは、材齢4日から10日にかけてpH11からpH7まで低下し、その後中性域で安定している。建設発生木材は、混合直後のpHに変化がないものの、材齢2日目以降pHは中性域で安定している。さらに、クエン酸と建設発生木材を混合したものは、混合直後から中性域で安定している。これは、混合直後にはクエン酸の効果が発揮され、一時的にpHが減少する。その後2日目からは木材腐朽菌が繁殖しているためクエン酸によって減少したpHが安定することが考えられる。

(2) EC試験における各中和剤の混合効果

EC試験の結果を表-3に示している。ECの植生条件は400~1500 μ S/cmであった。建設発生土のECは620 μ S/cmであることから、植生条件を満たしている。これに中和剤を混合させた時のECの変化をみる。

クエン酸、LCSの場合はECが大きく上昇し、それぞれ2000 μ S/cm、1880 μ S/cmの結果となった。また、建設発生木材の場合とクエン酸と建設発生木材の場合については建設発生土のECから変化が見られず、それぞれ590 μ S/cm、700 μ S/cmの結果となった。これは、クエン酸に含まれる塩類を建設発生木材中にあるセルロース、ヘミセルロース、リグニンが分解したため、クエン酸のみを混合した時のECのように大きく増加する現象が見られなかったと考えられる。

(3) 植栽試験における各中和剤の混合効果

植栽試験の結果を表-3 に示している。表において「×」は発芽せず、植栽不可。「○」は十分に発芽し、植栽可としている。建設発生土での植栽試験では、ハツカダイコンは種子の状態が発芽が観測されなかった。建設発生土において、植生条件を満たしていないものは pH のみであることから pH の指標は植生に大きく影響すると考えられる。これに中和剤を混合させた場合の植栽状況を観察する。

クエン酸の場合では、発芽を観測することができなかった。これは、pH および EC の指標において植生条件を大きく外れていたためであると考えられる。また、試料の状態を観察すると、建設発生土に比べ固結していることが観測できた。また、試料の容積が減少していることから、クエン酸に含まれる塩とセメントに含まれる水酸化カルシウムによるキレート結合が行われたと考えられる。LCS の場合でも発芽が観測されなかった。LCS についての各試験結果によると、EC の指標のみが植生条件範囲内ではないことが見て取れる。このことから、EC の指標は植生に大きく影響すると考えられる。また、LCS にはリン酸が含まれており、このリン酸はカルシウムと結合しやすいとされており、このリン酸、カルシウムは植生において重要な要素の一つである。セメントに含まれる水酸化カルシウムとリン酸が結合することによって土壌の EC に影響を与えたことも考えられる。次に、建設発生木材の場合であるが、発芽が観測され、また試料中に根を張っていた。pH および EC の指標において植生条件の範囲内であったため、この植栽試験の結果は妥当であると考えられる。また、クエン酸と建設発生木材の場合においても発芽が観測され、また試料中に根を張っていた。この中和剤の場合では、すべての試験において植生条件の範囲内であったためこの植栽試験の結果は妥当であると考えられる。

4. おわりに

各試験を通して植生基盤として建設発生土を再資源化する中和剤で有効であるものが以下の2種であった。

- (1) 建設発生木材
- (2) クエン酸+建設発生木材

(2)の場合では本研究で取り扱う全ての試験において植生条件を満足する結果であったため、植栽試験での結果は妥当なものであると考えられる。

建設発生木材を混合させることによって各指標を満足する一因として、建設発生木材中に含まれる木材腐朽菌がある。この木材腐朽菌の繁殖条件としては、適度の水分、温度、酸素および栄養分であり、湿度 85%以上、木材含水率が 20%以上で温度は 20~30°C、高温多湿の環境を好み、酸素を必要とし栄養分は木材に含まれるリグニン、セルロース、ヘミセルロースであるため、本研究で

表-1 植生条件

pH	6~8
EC(μS/cm)	400~1500
排水性能(sec)	20~90
硬度(kg/cm ²)	0.0~1.0

表-2 建設発生土の諸特性

使用固化材	セメント系固化材
土質分類	砂
密度(g/cm ³)	1.7
水セメント比(%)	80

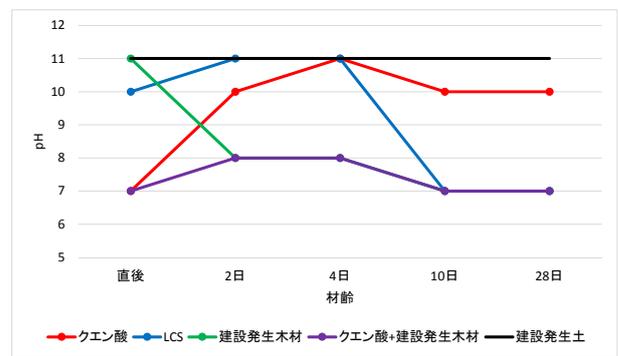


図-1 pH 試験結果

表-3 各試験結果

	EC(μS/cm)	排水性能(sec)	硬度(kg/cm ²)	植栽試験
建設発生土	620	90	0.6	×
クエン酸	2000	計測不能	4.1	×
LCS	1880	92	0	×
建設発生木材	590	14	0.2	○
クエン酸+建設発生木材	700	21	0.2	○

用いる試料の環境と合致するので、試料中で繁殖が盛んに行われ、有機物としての役割を担っていると考えられる⁴⁾。材齢2日目以降に pH の低下が観測されたのはこのためであると考えられる。また、これに加えクエン酸を混合することで、クエン酸に含まれる塩とセメントに含まれる水酸化カルシウムが反応し、混合直後の pH も中性となるため、建設発生土に植生を持たせるという点で、有効であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 国土交通省：平成 24 年度建設副産物実態調査結果参考資料, p.6-8, 2012.
- 2) 金大雄, 宋ゼエタク, 薛孝夫, 上田智行, 朴錫坤：建設発生土と有機物系廃棄物を用いた植栽基盤の生成について, Kyushu J. For Res., No. 57, p.1-3, 2004.
- 3) 建設省大臣官房技術調査室：発生土利用促進のための改良工法マニュアル, 土木研究センター, 1997.
- 4) 環境省：木くずの現状について, p.1-7, 2013.