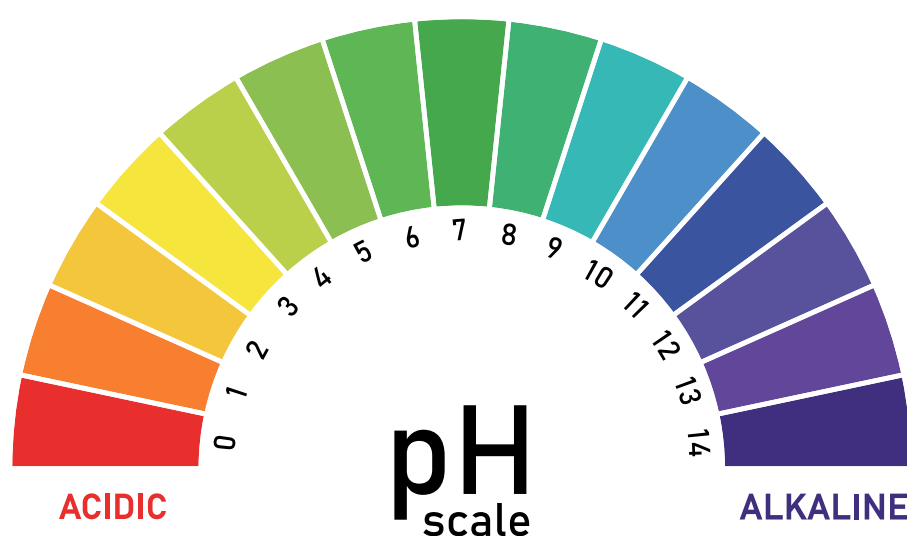


土壌の pH 調整読本 ドクターペーパーシリーズ *Dr. pH*[®] 総合カタログ

NEUTRAL



酸性を中和する材料

【酸性硫酸塩法面の緑化対策資材】

- ドクターペーパー CaP (粉剤)P.12 ~ 13
- ドクターペーパー MELK (液剤)P.14 ~ 15
- ドクターペーパー SX II (粉剤) P.16
- 酸性法面緑化の資材選定ガイド P.17

アルカリを中和する材料

【アルカリ法面緑化対策 NETIS KT-220058-A】

- ドクターペーパー法面用液剤 P.2 ~ 4
- 既存緑地 (アルカリ) の樹勢回復 P.5

【アルカリ土壌の植栽工事利用】

- ドクターペーパー造園用粉剤 P.6 ~ 7

【アルカリ発生土の再利用】

- ドクターペーパー土木用粉剤 P.8 ~ 9
- ドクターペーパー土木用液剤 P.10 ~ 11

関連情報

- 土壌 pH と栄養障害、緑化向け pH 基準 P.18
- 中和に伴う EC の上昇と降雨による低減化 ... P.19

アルカリ法面の中和処理



石灰・セメントなどで改良されたアルカリ性土壌で造られた河川堤防や道路法面を緑化するための液状中和剤です。工場緑化、運動場の緑化などにもご利用いただけます。

荷姿	20 L キュービテナー入り 約 30kg
pH	pH1.0 程度
成分	有機酸、ポリ鉄などの弱酸性分で 構成された安全な製品です。



特 長

- pH に応じて希釈し、散布するだけで芝などの地被類の緑化が可能になります。
- 中和反応で生成される塩類を難溶化するため、電気伝導度の上昇が抑制されます。

標準散布量

法面	2 L/m ²
平地	3 ~ 5 L/m ²

希釈液の散布量は 2 L/m² を標準としています。
この散布量で約 2 cm の深さまで中和され、難溶化していた
栄養素が利用できるようになります。

砂質土やズリなど浸透性が優れる法面では散布量を増やす
必要があります。例えば浸透量試験で 4 L/m² 浸透する場合、
2 L/m² の標準散布量では 2 倍に希釈されてしまい効果が
半減してしまいます。このような場合は 4 L/m² を散布する
ようにしてください。傾斜の無い既存緑地の場合も浸透量
試験を実施し、速やかに浸透する量を散布量としてください。

一方、浸透性が劣るような法面ではファイバーを併用 (200 ~ 400 g/m²) することをお勧めします。



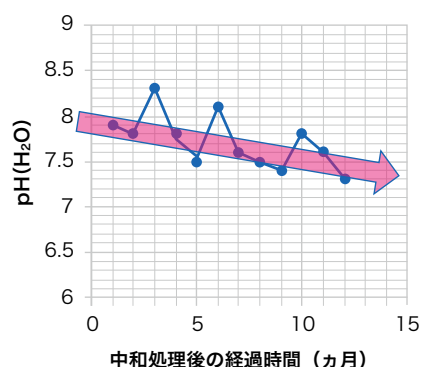
浸透量試験の様子。一般的な土壌の場合、標準の散布量 (2 L) で
2 cm 程度まで浸透します。砂質土壌やズリなど浸透性が優れる
土壌の場合は、浸透試験を実施し、速やかに浸透する最大量を
散布量とします。

深さ 2cm 程度の中和処理で緑化できるの？

深さ 2 cm 程度の中和処理であっても、この範囲では養分が吸収できるため植物は多くの栄養根を伸張させます。

根はさらに深くまで伸張していきますが、この孔隙に雨水や大気から二酸化炭素が供給され、さらに根の呼吸に伴う二酸化炭素によって根の
周囲のアルカリを炭酸化して徐々に中性化していきます。このように植物が活着することで根の伸張に伴い徐々に深くまで中性化されていきます。

中和処理後の土壌 pH の変化 (モデル)



植物が活着し生育を始めると



土壌中における pH の経年変化

酸性化への要素

- ① 降雨に含まれる二酸化炭素が浸透
- ② 根の呼吸作用による二酸化炭素放出
- ③ 根酸の放出
- ④ 水収支による塩基類の流亡

アルカリ化への要素

- ⑤ 蒸発散による下層からのアルカリ浸出

初期活着に成功

①②③④ > ⑤

徐々に中性～弱酸性へ移行
(二酸化炭素の飽和溶液は pH5.6)

使い方：希釈倍率を決める → 散布する

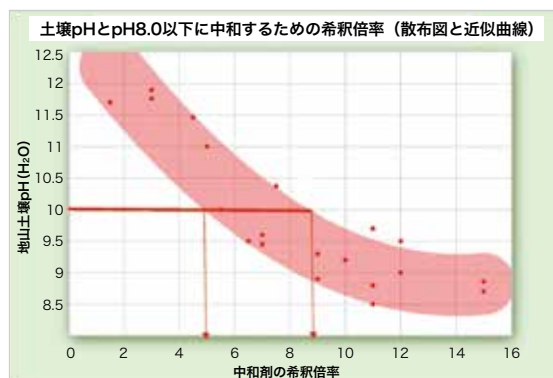
中和試験

中和試験用土壌試料 1 点あたり 500 g を当社に送付いただければ 10 ～ 14 日で希釈倍率を報告書として提出いたします（無料）。公共工事においては希釈倍率の根拠資料として活用いただけます。

① 中和試験で得た中和曲線から決める

中和試験で得た中和曲線から、目標の pH 値にするための希釈倍率を決めます。

例 下図は当社で中和試験を行った過去データの散布図です。例えば現場土壌が pH10 で、これを pH8.0 以下に中和する場合、5 ～ 9 倍の希釈液を散布する必要があります。
粘土分が多い、または有機物を含む場合は 5 倍、砂質土で有機物をほとんど含まない土壌の場合は 9 倍となります。



② 希釈倍率目安表から決める

土壌の pH	希釈倍率の目安	散布回数※
～ 8.5	15 ～ 20 倍	1 回
8.5 ～ 9.0	7 ～ 15 倍	
9.0 ～ 9.5	5 ～ 12 倍	
9.5 ～ 10.0	3 ～ 7 倍	1 ～ 2 回
10.0 ～ 10.5	3 ～ 5 倍	
10.5 ～ 11.0		
11.0 ～ 11.5		
11.5 ～ 12.0		
12.0 以上		2 ～ 3 回

散布濃度は原則 3 倍以上とし、これより濃度が濃い場合は複数回散布とします。

※セメント改良土の場合はガス発生リスクがあるため 5 倍以上とします。

希釈倍率と散布回数について

中和対象の改良土などに石膏が多く含まれている場合（セメント系固化剤など）、中和処理の際に還元され瞬間的に石膏由来の硫化水素ガスが発生することがあります。

石灰処理土の場合は、石膏を含みませんので硫化水素ガスは発生しません。

外部での作業のため高濃度にはなりません、石膏を多く含む改良土の場合は、希釈倍率を高め複数回散布することをお勧めします。以上のことから、石膏を含む固化剤で改良された土壌の場合、5 倍希釈以上の薄い濃度で散布することをお勧めしています。

手順 1 散布量を決める

2 L/m² を標準とします。浸透性の良い砂質・礫土壌などで速やかに 3 L/m² 以上浸透する場合は、その時の最大浸透量で散布してください。

手順 2 散布する

タンク、動力噴射機、または種子散布車で散布します。翌日には緑化が可能です。複数回散布する場合は、中一日以上あけてください。



種子散布車：希釈液を作成してそのまま散布



タンクと動力噴射機をトラックに積載して希釈液を作成し法面に散布



道路緑地帯への散布と養生（アスファルトの白濁防止）



取扱い上の注意事項

- 保護具（メガネ・ゴム手袋）を着用してください。
- 強風下での散布は中止してください。
- 新設のアスファルト面に付着すると白濁することがあるので養生を行ってください。
- 原液は木酢臭がすることがありますが、土壌に散布すると瞬時に消臭します。
- コンクリート製品に付着しないように養生を行ってください。

法面緑化の施工事例



pH9.0～10の法面へ12倍希釈液
(2～3 L/m²)を散布



散布後、pH7.5～8.0で安定。
野芝を張り付け。(2013年1～3月)



(2013年4月)



野芝を張り付けてから3カ月後
(2013年6月)



根は中和処理層に分布。根が伸びて放出する
二酸化炭素により中性範囲が拡大する。



中和剤希釈液と種子の同時散布について



中和剤散布と種子散布を同時施工できないかと要望を受け、3～9倍希釈液を用い、トールフェスクの発芽実験を行いました。結果は、3倍希釈液で発芽率50%、6倍希釈液で70%程度になりました。あまりお勧めできませんが、以下を条件に自己責任での同時散布は可能です。事前に発芽試験を実施することをお勧めします。

- 盛土面でpH9.5までの土壌または希釈倍率5倍以上の場合。
- 中和剤希釈液への種子の漬け置き時間は1～2時間までを限度とします。
- 種子配合量は発芽率を考慮し、若干割り増しすると良いでしょう。

液希釈液が浸透しない場合：ドクターペーパー造園用によるアルカリ法面对策

アルカリ性法面を緑化するときは「ドクターペーパー液剤法面用」を散布しますが、希釈液が十分に浸透しない法面（土壌硬度が固く急勾配など）の場合は植生基材を吹き付けます。この場合、植生基材にドクターペーパー造園用と種子を混合します。地山からのアルカリ溶出に対して基盤層の中性を保持し、かつ地山を徐々に中和することで根が伸長しやすくなり地山との一体化が早期に図れます。配合量は吹き付けの厚さと地山のpH値により異なりますが、一般的に0.5～2.0 kg/m²となります。配合量を得るための試験には現場土壌と植生基材が必要です。



既存緑地（アルカリ）の樹勢回復にも効果的

アルカリ土壌では栄養障害を受け樹勢が劣化します

①土壌がpH8.0を超えるアルカリ性になると土壌中の栄養分が難溶化します。

→土壌 pH と栄養素の難溶化 (P.18) 参照。

②植物は栄養障害を受け樹勢が劣化します。

→pH 異常でみられる栄養障害 (P.18) 参照。



鉄欠乏症



マンガン欠乏症



亜鉛欠乏症

意外と多いアルカリ土壌

マンションなどビル建設現場では耐震補強や重機設置のため、セメントなどの固化剤で地盤改良工事を行うことが一般的です。この影響で地盤がアルカリ化してしまい、気づかずに植栽してしまうと栄養障害からの樹勢劣化が生じてしまいます。



アルカリ土壌に植栽され2年経過しても茂ってこない緑地



栄養根は地表に多く分布

中和剤散布による樹勢回復効果は絶大！

地表には落葉や微生物活動によって豊富な栄養分があります。植物はこの養分を求め表層へ多くの根を伸長させています。10 mを超える高木であっても、栄養根は地表に多く分布していることから液剤散布による効果は絶大で、利用できるようになった栄養分を吸収し旺盛な生長へと変化していきます。

アルカリで樹勢が劣化した植栽の回復

①中和試験を実施して希釈倍率を決める

②1 m²あたり3～5 Lを目安に地面に散布する

なるべく葉面にかからないように散布してください。



※散布量 1 L/m² で約 1 cm 浸透し、浸透範囲を中和できます。樹勢回復には 3～5 cm の改良が必要なため、散布量の目安は 3～5 L/m² です。



写真左は pH8.3～8.5 の土壌に植栽されていたマテバシイ。ドクターペーパー液剤を 15 倍に希釈し 1 m² あたり 5 L を散布しました。写真右は半年後の状態で、栄養障害が解消しています。



取扱い上の注意事項

- 車両や構造物に付着しないように養生を行ってください（付着した場合はすぐに洗い流してください）。
- 作業箇所は立ち入り禁止などの措置をとり、通行人に飛散しないように注意してください。
- 霧状に散布すると飛散してしまいます。ジョウロやホースで散水するイメージで施工してください。
- 強風の場合は作業を中止してください。
- 葉面に付着しないように地盤に散布してください。葉面に付着した場合は真水で洗い流してください。
- 下層に強アルカリの地盤がある場合は数か月程度あけ複数回散布することもあります。

造園工事・家庭菜園などのアルカリ土壌を中和する

造園工事や農園芸分野でアルカリ土壌を中和するための粉状の中和剤です。家庭菜園では、ジャガイモのそうか病対策、好酸性作物やブルーベリーのための酸性土壌作成を目的とした pH 調整剤としてご利用いただけます。

特 長

- pH11.5~12 程度までの強アルカリ土壌を中和します。
- 中和に伴う電気伝導度の上昇がわずかです。

荷 姿

荷姿 15 kg ビニール袋
1,000 kg フレコン袋

pH 0.9 ~ 1.0

成分 粘土鉱物、リン酸塩、有機酸



ビニール袋 15 kg 入り



1,000 kg フレコン（受注精算）

従来の材料は？

アルカリ土壌の中和としてピートモス、硫黄、過リン酸石灰などがあげられますが、いずれも pH8 以下の弱アルカリ土壌が対象です。硫黄はそれよりも高いアルカリの中和に利用できますが、硫黄が酸化され生成される硫酸で pH を下げるため電気伝導度が著しく上昇してしまうことがあり危険です → 中和と電気伝導度(EC) (P.19) 参照。また、硫黄は微生物作用で硫酸になるため冬季は効果が出にくく、気温上昇とともに一気に硫酸を生成するため電気伝導度の急上昇が懸念されます。

材料	pH と電気伝導度
ドクターペーパー造園用	pH11.5 ~ 12.0 程度までの中和でも電気伝導度は低く保持できる。
硫黄、過リン酸石灰	pH8.0 程度まで。配合量が増えると電気伝導度が 1 ~ 2 mS/cm を超えるため緑化できない。
ピートモス	中和効果が弱く pH7.5 程度まで。電気伝導度の上昇はほぼない。中和効果が弱く pH7.5 程度までが対象。多量に混合する必要があるため不経済。
硫酸鉄・硫酸アルミニウム	電気伝導度の上昇が激しく、緑化用途には利用できない。

使い方

手順 1

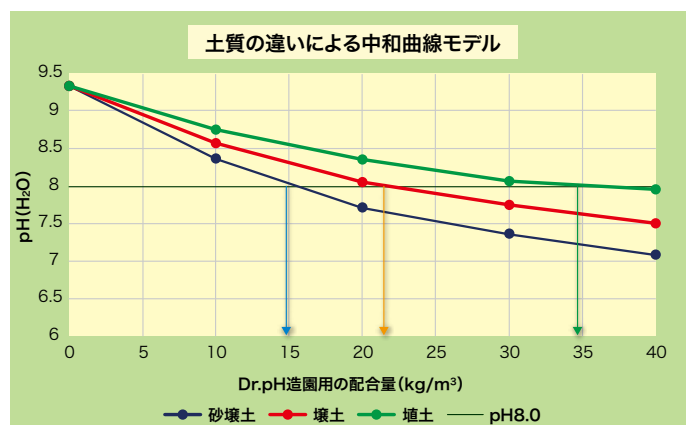
配合量を決める

① 中和試験を実施し配合量を決める

- 土壌を 500 g ~ 1 kg 程度送ってください。
- 試験終了後、中和試験報告書を作成し提出いたします。
- 公共事業などにおいて、配合量決定の根拠が明らかになるため、中和試験を実施することをお勧めします。

② 配合量の目安表から決める

- 工期の都合で中和試験が実施できない時は目安表を参考に配合量を決めます。
- 中和曲線モデル図に示すよう、同じ pH でも土質によって配合量は 2 倍以上異なることがあるので注意が必要です。
- 目安表の配合量は pH8.0 程度に中和するときの配合量となります。
- 砂質土場の場合は少なめ、粘性土、腐食土壌は多めの配合量とします。



配合量の目安 (pH8.0 以下)

※土質により大きく異なります。

土壌 pH	Dr.pH 配合量
8.0 ~ 8.5	5 ~ 15 kg/m³
8.5 ~ 9.0	10 ~ 25 kg/m³
9.0 ~ 9.5	20 ~ 35 kg/m³
9.5 ~ 10.0	25 ~ 50 kg/m³
10.0 ~ 10.5	40 ~ 60 kg/m³
10.5 ~ 11.0	60 ~ 90 kg/m³



【ドクターペーハー造園用粉剤】

手順 2 改良する深さを決める

- 一般的には下表に従って有効土層を深耕または混層耕で改良します。

	高木（生育目標）			低木	芝生・草花
樹高	12 m 以上	7 ～ 12 m	3 ～ 7 m	3 m 以下	—
上層	60 cm	60 cm	40 cm	30 ～ 40 cm	20 ～ 30 cm
下層	40 ～ 90 cm	20 ～ 40 cm	20 ～ 40 cm	20 ～ 30 cm	10 cm 以上

出展：平成 24 年 3 月 24 日 国土交通省都市局公園緑地・景観課「植栽基盤の整備基準（案）」

- 上層 pH7.5 以下、下層 pH8.0 以下が推奨です（一律 pH8.0 以下にすることもあります）。
- 普通耕（一律 20 cm 改良）する場合でも高木類は植穴部分全量の中和处理を実施します。

手順 3 所定量のドクターペーハー造園用を混合、植栽

- 施工規模に応じてバックホウ、スタビライザー、耕運機などを用いて混合します。
- 土壌が乾燥している場合は中和が進みませんので、混合作業後に散水してください。



中和処理と植穴改良

アルカリの植栽基盤は石灰やセメント処理されていることがほとんどで、pH 以外に次のような課題を抱えています。

- 土壌が硬く締まっていて透水性が悪く、下層のアルカリが上昇してくる
- 生物性や有機物含有量が乏しい
- 土壌構造が貧弱（団粒化していない）

このような植栽基盤にはアルカリの中和に加え、次のような改良を実施すると良いでしょう。

①土壌の透水性を確保する

（アルカリの溶脱促進）

②必要に応じ植穴底部に遮断層を設ける

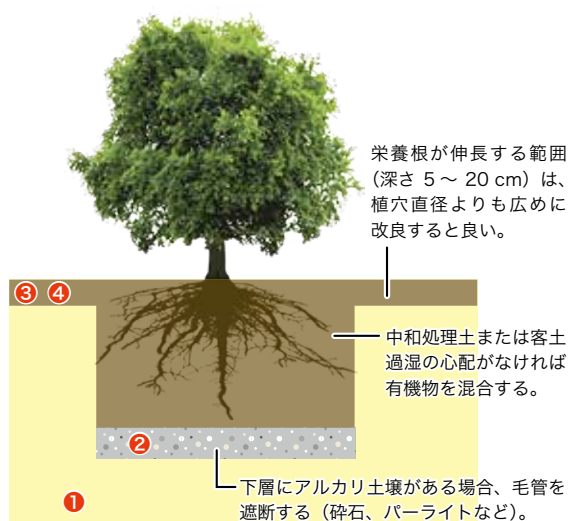
（アルカリの浸出防止）

③植物系堆肥を混合する

（pH 緩衝性を向上させ、アルカリ化を抑制）

④栄養根の発達する表層付近は特に有機質堆肥を混合する

（pH 緩衝性と養分の供給）



建設発生土・産業廃棄物などの中和(受入基準・中間処理・客土化など)

改良土・シールド発生土・地盤改良泥土などあらゆるアルカリ性の土壌を中和します。

特長

- 弱酸の混合物で、硫酸や塩酸のような毒劇物は使用していませんので取り扱いが容易です。
- 運搬、保管に法的規制はありません。
- pH11.5 程度までのアルカリ土壌を経済的に中和処理します。

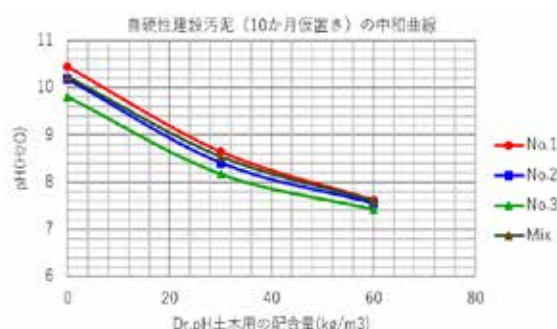
荷姿

荷姿 1,000 kg 入りフレコン袋
25 kg 入りクラフト袋



中和試験と配合量の検討

- 対象となる土壌を当社へ送付してください。
- 1カ所あたり 500 g ～ 1 kg 程度必要です。
- 10 日～2 週間程度要します（無料）。
- 中和試験を実施し中和曲線を作図します。
- 中和したい pH に中和するために必要なドクターペーパー土用の配合量を中和曲線から求めます。
- 例えば、右図の場合で pH9.0 以下に中和する場合、安全を見て 30 kg/m³ を配合量とします。



機材

施工規模、日処理量、施工場所の条件、土質などに応じ施工機材を選定してください。



バックホウ混合（小規模）



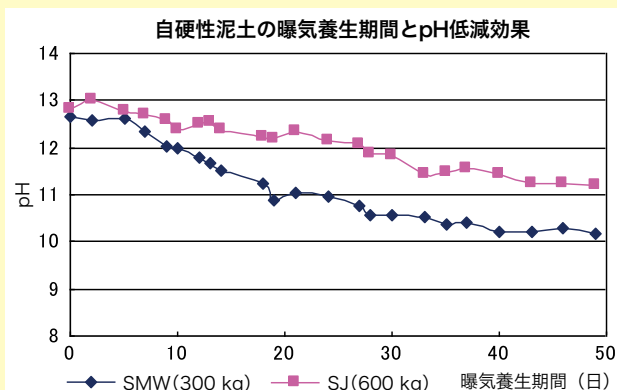
自走式土質改良機（大規模向け）



可搬式土質改良機：中性固化土工事業協同組合（複数改良資材の同時混合）

曝気養生による pH 低減効果です。（中和処理コストを大幅に縮減できます）

堆積した自硬性泥土を3～5日置きに攪拌（曝気）したときの低減効果です。セメント（固化剤）の種類や添加量により効果は異なります。この作用は大気中の二酸化炭素が泥土に含まれる強アルカリ性の水酸化カルシウムと反応して、弱アルカリ性の炭酸カルシウムに化学変化することで生じます。攪拌（曝気）頻度が多いほど、曝気期間が長いほど pH 値は低減します。



曝気養生：バックホウで土壌を天地返しする要領で空気と接触させます。

【ドクターペーパー土木用粉剤】

施工事例

pH 調整の目的は様々です。発生土受入れ先が pH 基準を設定している場合は、これに準拠させる必要があります。周辺環境（農地など）に配慮するための pH 調整もあります。建設汚泥リサイクルのための中間処理としての pH 調整を「中和処理」として採用された事例もあります。

残土受入れ先の pH 基準を満足させるための中和

シールドトンネル立坑発生土で安定化処理のためアルカリ化した土壌を、受入れ先基準を満たすために中和したものの。

pH10.5 ～ 10.8 の土壌で、土木用粉剤を 1 m^3 あたり 30 kg/m^3 配合し pH8.0 ～ 8.3 程度に中和した搬出した事例。



建設汚泥の「中間処理（中和）」として発注された事例

浅層・中層地盤改良工法で排出された建設汚泥を現場で中間処理（中和）したものの。

中間処理許可を有する自走式土質改良機を用い、pH11 ～ 11.5 の発生土に土木用粉剤を 64 kg/m^3 配合し、発生場所の市条例を満足させ有価物として搬出した事例。



発生土の客土化（土木用も工夫次第で緑化が可能）

トンネル発生土を圃場客土として再利用するために pH 調整を実施したものの。発生土は弱アルカリ (pH8.5 ～ 8.8) で、茶樹を植栽するために pH5 ～ 5.5 を目標に土木用粉剤を 30 kg/m^3 配合した。この時中和処理に伴って電気伝導度が基準を超えたため、散水を実施し基準以下とし茶樹の植栽を行った事例もあります。

→電気伝導度(EC)の降雨による低減化実験(P.19)参照



取扱い上の注意事項

①材料について：

- 水濡れ厳禁です。濡れてしまうと固結する恐れがあります。
- 強雨での作業についても機材内で固結する可能性がありますので作業を中止してください。
- 機材を洗浄する場合、よく乾燥させてから再開してください。

②作業上の注意事項：

- 保護メガネ、ゴム手袋、防塵マスクを着用し作業を行ってください。
- 目に入った場合、多量の水道水で洗浄し違和感がある場合は医師の診断を受けてください。
- 皮膚に付着した場合は、石鹸を使い洗い流してください。
- 改良機投入ホッパーにはスカートなどのカバーを取り付け粉塵の発生を抑制してください。
- 第三者、車両などに付着しないよう粉塵に配慮し、強風時での作業は控えてください。

③保管：

- 水濡れ厳禁です。保管する場合はシートで覆ってください。
- 第三者が触れないよう、シートで覆い緊縛してください。



工場敷地等からの雨水排水対策（アルカリ）

地盤改良や建設汚泥の自ら利用などで工場敷地等からの雨水排水がアルカリとなり排水基準を超えてしまう場合に敷地表面に散布します。

荷 姿

荷姿 20 L キュービテナーまたは
1,000 L IBC コンテナ

pH pH2 ～ 3

比重 1.3 程度



20 L キュービテナー



1,000 L IBC コンテナ

ドクターペーパー土木用液剤は、ノーマルタイプとコンクリートガラなどからの六価クロム溶出対策品の2タイプございます。

※六価クロム対策品は不溶化を保証するものではありません。



ノーマルタイプ



六価クロム対策品

使い方

①中和試験を実施する

現場の土壌（0～5 cmの範囲）を採取してください。
試験により中和（目標 pH7.5～8.0）に必要な量（L/m³）が分かります。

②中和剤を散布する

アルカリ表流水の対策には3～5 cmの深さまで中和する必要があります。散布量は中和試験結果によって以下の通りとなります。



試験結果・改良したい深さ・散布量の関係

中和試験結果 A（L/m³） 中和したい深さ B（cm）＝散布量 E（L/m²） 原液必要量 C（L/m²）＝B ÷ 100 × A

希釈倍率または散布回数 D＝B ÷ C（D ≥ 1.0 は希釈倍率、D < 1.0 は複数回散布）

散布回数 F＝C ÷ B の整数となります。複数回散布の時の希釈倍率 G＝B / (C/F)

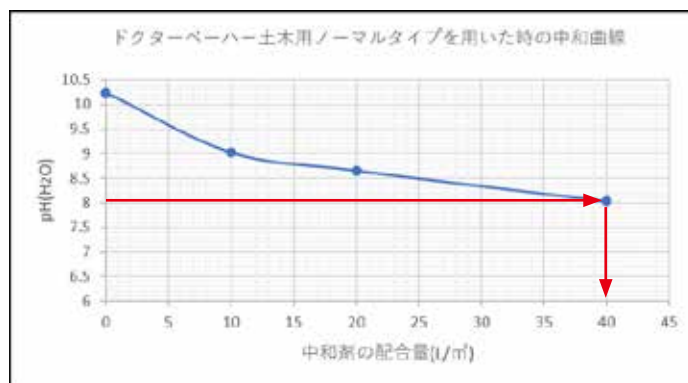
計算例 1	A：試験結果 100 L/m ³	B：深さ 4 cm を中和する	C：原液必要量＝ 4 ÷ 100 × 100 = 4 L/m ²	D：4 ÷ 4 = 1.0
	● D ≥ 1.0 なので希釈倍率 1.0 倍（原液）を 4 L/m ² 散布することになります。			
計算例 2	A：試験結果 50 L/m ³	B：深さ 3 cm を中和する	C：原液必要量＝3 ÷ 100 × 50 = 1.5 L/m ²	D：3 ÷ 1.5 = 2.0
	● D ≥ 1.0 なので希釈倍率 2.0 倍液を 3 L/m ² 散布することになります。			
計算例 3	A：試験結果 150 L/m ³	B：深さ 5 cm を中和する	C：原液必要量＝ 5 ÷ 100 × 150 = 7.5 L/m ²	D：5 ÷ 7.5 = 0.667 →複数回散布
	F＝C ÷ B＝7.5 ÷ 5＝1.5 → 2.0 回の散布が必要です。			
	● 5 L × 2 回＝10 L の希釈液を散布するので 10 ÷ 7.5＝1.33 倍に希釈します。 ● 希釈倍率 1.33 倍 散布回数 2 回 1 回あたりの散布量 5 L/m ²			

【ドクターペーハー土木用液剤】

施工事例

①概要

施工場所	発電所敷地
概要	表層には pH10.5 ～ 11.0 の改良土が分布
排水ピット	改良土の影響で、排水基準 (pH9.0) を超える pH9.5 ～ 10.0 が観測されていました。



②中和試験

改良土を pH8.0 に中和するために必要な量は「中和曲線」に示すよう 40 L/m³ となりました。

③施工

深さ 5 cm の改良とするため 1 m² あたり 5 L の希釈液を散布するため、希釈倍率は 2.5 倍となります。

④施工後

排水基準を満たした状態が続いています。



中和処理と同時に実施したい対策

敷地の中和処理に加え、アルカリ排水抑制のために以下の対策を実施することをお勧めします。



①側溝に溜まった改良土のホコリ



②再生砕石の中和



③焼却灰の清掃（発電所）



取扱い上の注意事項

①保護具：

- 皮膚荒れなどの原因となりますので、使用時にはゴム手袋などを着用してください。
- 目に入ると強い刺激性がありますので、必ずゴーグルを着用し作業してください。万が一、目に入った場合は多量の水で洗浄してください。違和感がある場合には眼科医の手当てを受けてください。

②作業時：

- 新設のアスファルト面に付着すると乳化し白濁することがありますので、養生を行い散布してください。付着した場合は速やかに真水で洗い流してください。
- 周囲の施設や機材などにかからぬようご注意ください。
- 飛散防止のため強風時は作業は中止してください。
- 少なくとも2～3日以上降雨がないタイミングで施工してください（表流水が生じない程度の小雨なら問題ありません）。

③保管：

- 保管する場合、一般の人が触れない様にシートを掛け固縛してください。

酸性硫酸塩法面緑化対策資材 ドクターペーハー CaP (キャップ)

酸性硫酸塩土壌とは…

pH2 以下の極強酸性になることもあるので注意！

土壌中に硫化物を含み大気に触れることで硫酸を生じ強酸性になってしまう土壌のことです。掘り出された直後は弱アルカリ～弱酸性を示すことが多く、そのまま何も対策を講じずに緑化してしまうと徐々に酸性化が進み、やがて植物が枯れてしまいます。酸性硫酸塩土壌の出現リスクがある場所では pH (H₂O₂) 試験を実施することをお勧めします。pH (H₂O₂) ≤ 3.5 の場合、酸性硫酸塩土壌であると判定されます。

ドクターペーハー CaP の特長

荷 姿

荷姿 20 kg クラフト袋
1,000 kg フレコン袋

成分 カルシウム、窒素、
リン酸を含む混合物

※酸性法面緑化の資材選定ガイド(P.17)
を参照ください。



① 中性の材料

pH6.0 ～ 7.5 程度の中性の材料なので、酸性硫酸塩土壌以外の場所に影響を与えません。従って中性と酸性箇所が層状やモザイク状に混在している法面でも安全に一括処理での施工が可能となります。

② 土壌深くまで到達し改良

ドクターペーハー CaP が微生物分解され、微細となった有効成分が毛細管を通じ土壌深くまで浸透し酸を中和します。また、多様な微生物が拮抗することで地山土壌の団粒化促進や酸性化の抑制といった効果で酸性硫酸塩法面緑化を成立させます。



使い方と配合量

酸性硫酸塩法面の場合、切土・盛土を問わず基本的には植生基材吹付工による緑化となります。

pH (H₂O₂) や切土・盛土などの条件に加え土壌硬度や勾配などを考慮の上、下表を目安に配合してください。

※ pH (H₂O) および pH (H₂O₂) 試験は無料です。土壌 500 g～1 kg を当社へ送付してください。

ドクターペーハー CaP の配合量					
pH (H ₂ O ₂)		3.0 ～ 4.0	2.5 ～ 3.0	2.5 ～ 2.0	2.0 以下
Dr.pH CaP配合量(g/m ²)		200 ～ 300	400 ～ 500	500 ～ 700	500 ～ 1,000
植生基材厚さ	切土	5 cm	5 ～ 7 cm	5 ～ 7 cm	5 ～ 10 cm
	盛土	3 ～ 5 cm	5 cm	5 cm 以上	5 cm 以上

※酸性法面緑化の資材選定ガイド(P.17)を参照ください。



取扱い上の注意事項

- 作業するときは、保護メガネおよび防塵マスクを着用してください。作業を行ってください。
- 雨水がかからないようにシートで覆って保管してください。

施工事例と効果の検証

施工事例 1

施工場所	工業団地造成工事で切り出された法面
pH 調査結果	pH (H ₂ O ₂) 3.0 ～ 2.0 以下の酸性硫酸土壌が広く分布
植生基盤材	t (厚さ) = 5 cm
Dr.pH CaP	500 g/m ² を配合



施工後 1 年 4 月経過

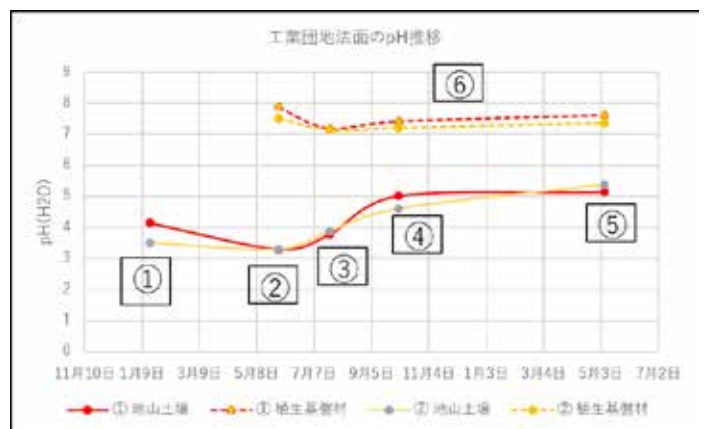


地山の団粒構造

■調査結果

地山土壌の pH 変化

①～②	地山 pH は酸化作用を受け徐々に低下
②～④	気温が上昇し、微生物が Dr.pH CaP が分解をはじめ効果を発揮。酸性が中性に。
④～⑤	pH は中性域で推移している。



植生基盤材の pH 変化

⑥	中性域を保持している
---	------------

Dr.pH CaPの有効成分により地山表層土壌(0 ～ 4 cm 程度)は中性を保持しています。また同時に団粒構造が発達し、根の伸張が見られることから、劣悪な酸性硫酸塩法面において十分な法面保護機能を発揮していることがわかります。

施工事例 2

施工場所	施工当初、中性の盛土に緑化したが徐々に酸性化して裸地化した個所での試験施工
pH 調査結果	pH (H ₂ O ₂) 3.1 の盛土法面
薄層客土吹き	t (厚さ) = 3 ～ 5 mm
Dr.pH CaP	1,000 g/m ² を配合



酸性化により枯死



施工後 6 か月経過

■調査結果

1 年経過未改良法面

pH4.0 ～ 3.7 程度を推移し枯死したままとなっています。

ドクターペーハー CaP 試験施工箇所

深さ 3 ～ 5 cm が pH4.5 ～ 5.1 に改善され旺盛に生長しています。



酸性土壌法面用液状中和剤 ドクターペーパー MELK（メルク）

酸性法面用液状中和剤です。適用範囲としてはpH(H₂O₂)4.0以上の酸性法面であれば中和剤散布での緑化は可能です。pH(H₂O₂)4.0以下の場合、植生基材や客土材での緑化工法を別途検討が必要です。

→ 酸性法面緑化の資材選定ガイド（P.17）を参考にしてください。

荷 姿

荷姿	18 L キュービテナ入り
製品 pH	pH12 ~ 13
比重	1.1 ~ 1.2 1 本 20 kg 程度
成分	水酸化カルシウム塩や分散浸透剤を配合した混合物



18 L キュービテナ入り



ドクターペーパー MELK の特長

①浸透した範囲を中和

浸透した範囲が中和されることで根が伸張しやすくなり地山との早期一体化が図れます。

②表層に残留した成分が酸を中和

表層に残留した成分は数日で中性化し、地山から滲出する酸と反応し中和します。

③アルミニウムの難溶化

植物に有害となるアルミナを難溶化するため、根幹細胞へのダメージを抑制します。



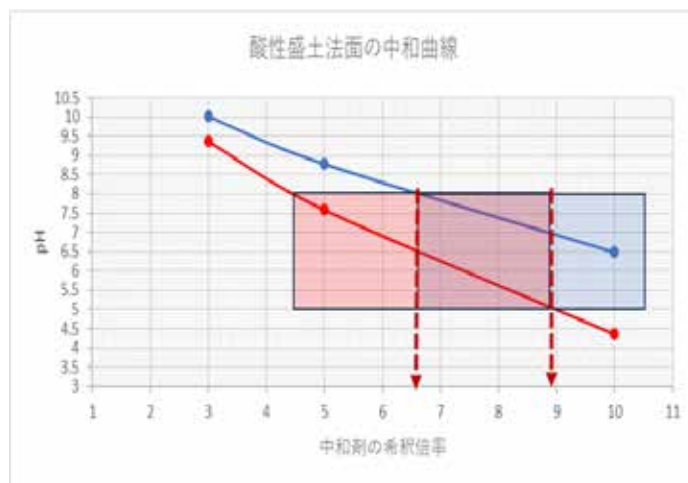
使い方：中和試験と希釈倍率目安表

中和試験を実施、希釈倍率を決める（無料）

- 1 検体につき土壌 500 g ~ 1 kg 程度を送付してください。
- 試験結果から中和曲線(右図)を作図し希釈倍率を決定します。この図の場合、**現況土壌(青枠)**と強制酸化させた**土壌(赤枠)**が重なっている範囲がこの土壌の適正な希釈倍率となり7~8倍希釈ということが分かります。



土壌の強制酸化



目安表から希釈倍率を決定する

工期がなくすぐに施工する場合は、下記を目安表を参考に希釈倍率を決めてください。pH や土質により希釈倍率が大きく異なる場合がありますのでご注意ください。

希釈倍率の目安表

pH (H ₂ O ₂)	pH3.8	pH3.8 ~ 4.0	pH4.0 ~ 4.5
希釈倍率	5 ~ 10 倍	7 ~ 15 倍	9 ~ 20 倍

散布量と散布機材

散布量

- 標準散布量は 2 L/m^2 です。
- 希釈液に加えファイバーを $200 \sim 400 \text{ g/m}^2$ 配合すると効果的です。



種子散布車



ドクターペーパー MELK の希釈



2 L/m^2 を散布



数日空けて緑化を開始

散布機材

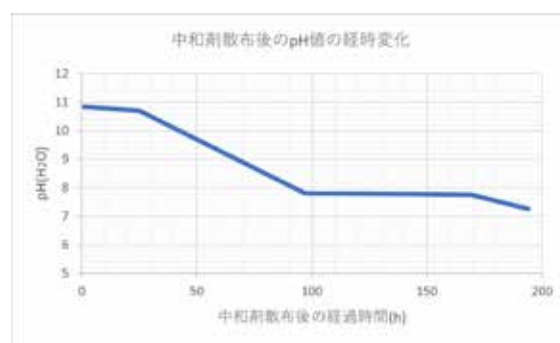
- 大規模な現場では種子散布車で散布します。
- 小規模な現場であれば、農業用タンクと動力噴霧器を組み合わせで散布できます。
- ドクターペーパー MELK は沈降しやすいので、タンク内を攪拌しながら散布してください。

散布後の緑化工事までの養生期間

ドクターペーパー MELK は強アルカリ性の中和剤なので散布直後の表層は強アルカリ性となりますが、時間経過とともに徐々に中性化していきます。(右図参照)
中和剤散布後は下表を目安に養生期間を設けてから緑化を行ってください。

散布後の養生期間目安

張芝など地山に直接行う緑化	3～6日
植生マットや植生基材吹付による緑化	2～4日



施工事例

土壌 pH	pH (H ₂ O ₂) 4.0 程度
希釈倍率	10 倍に希釈
散布量	2 L/m^2



散布状況



施工後1ヵ月



施工後1年経過

中和剤散布後1年経過した時点でも植生状況は良好です。



取扱い上の注意事項

①保護具：

- 皮膚荒れなどの原因となりますので、**使用時にはゴム手袋などを着用**してください。皮膚に刺激が生じた場合には、医師の診断 / 手当てを受けてください。
- 目に入ると失明の恐れがありますので、**必ずゴーグルを着用**し作業してください。万が一目に入った場合は多量の水で数分間洗浄し、目の刺激が続く場合には眼科医の診断 / 手当てを受けてください。

②作業時：

- 強風時や強い降雨時の作業は中止してください。
- 作業後放置するとカルシウムが固結しますのでホース、ノズル、タンクは洗浄を行ってください。
- 車両や構造物が周辺にある場合は養生してから作業してください。

酸性土壌用緑化対策資材 ドクターペーパー SX II (エスエックス II)

造園工事や緑農地土壌に所定量混合し中和します。植生基材に配合した場合、地山からの酸に対して基盤材内部の酸性化を抑制し中性を保します → 酸性法面緑化の資材選定ガイド (P.17) を参考にしてください。

荷姿

荷姿	20 kg ビニール袋 800 kg フレコン
製品 pH	pH9.5 ~ 10.5
かさ度	0.95 ~ 1.00
成分	ケイ酸カルシウムを主成分とし、土壌環境に適合する材料



ドクターペーパー SX II の特長

① 植生基材や客土材内を中性に保持

弱アルカリの材料ですが焼成されているため急なアルカリ溶出が無く、効目は緩やかで効果が持続します。

② イネ科の植物への施肥効果

ケイ酸カルシウムを含むため、特にイネ科植物（芝生など）への施肥効果があります。

③ 100%リサイクル品

軽量発砲コンクリート（ALC）を破碎、粒度調整された 100% リサイクル製品です。



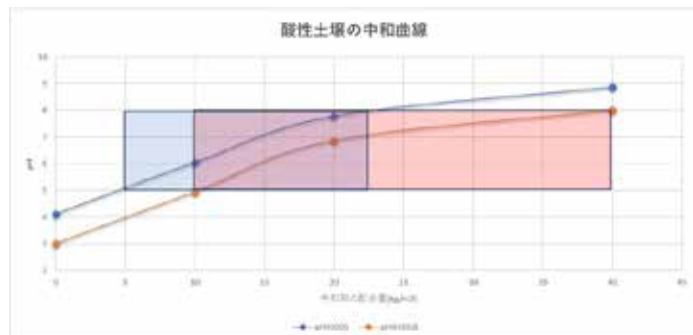
使い方：配合量を決定する

酸性土壌に混合する場合

現場土壌を用いた中和試験を実施します。中和曲線作成後、適正な配合量を決定します。

■ 中和曲線例

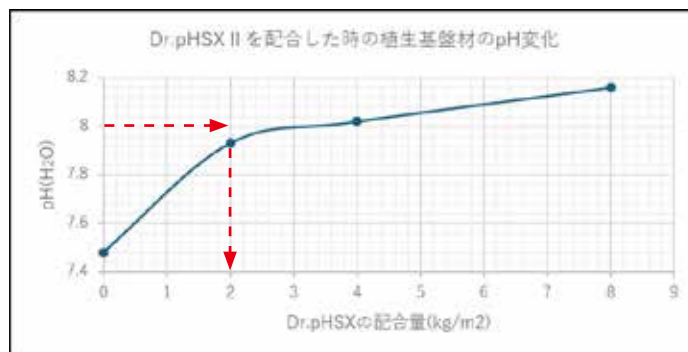
仮に 20 kg/m² を配合量とした場合、配合直後の土壌は pH7.9 を示しますが、徐々に酸化され pH 値は低減して、土壌が完全に酸化されても pH6.8 程度を保持できることがわかります。



植生基盤材に混合する場合

ドクターペーパー SX II はアルカリ資材のため、入れすぎによる内部のアルカリ化を防ぐためにどの程度配合できるか把握することが重要になります。

下図は植生基盤材に製品を配合した基盤材の pH の変化を示しています。この図の場合、基盤材内部を pH8.0 を上限とした時の配合量は 2 kg/m² になることが分かります。



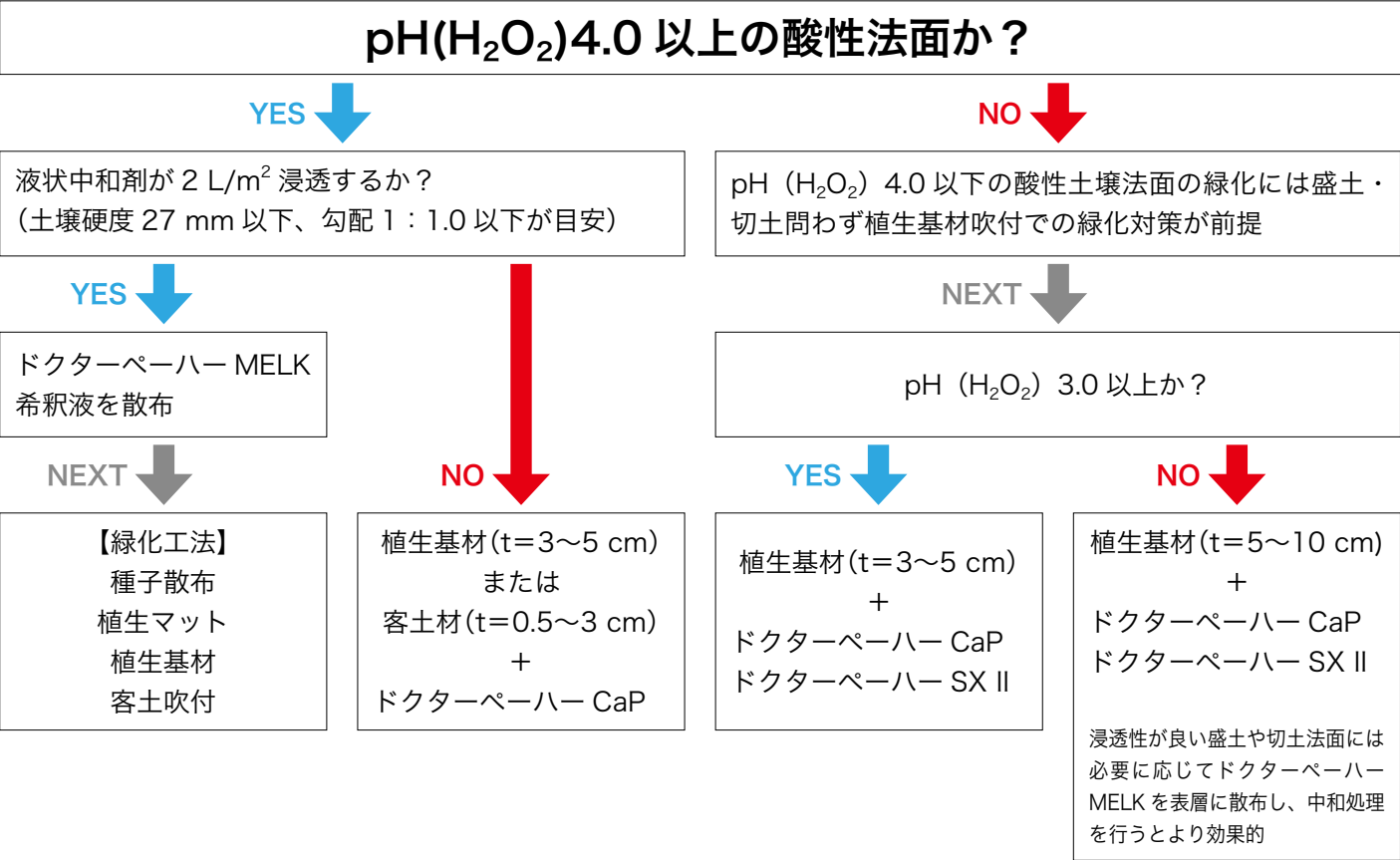
試験は無料にて実施しています。土壌や植生基材を 500 g ~ 1 kg 程度当社に送付してください。



取扱い上の注意事項

- 粉じんが生じますので、作業時にはマスクおよびゴーグルを着用してください。
- 雨がかからないようシートで覆って保管してください。

酸性法面緑化の資材選定ガイド



酸性法面緑化		easy(簡易)	basic(基本)		standard(標準)	option(必要に応じて)
法面の状態		pH(H ₂ O ₂)が 4.0 以上 浸透性の良い盛土法面 切土法面はbasicに準ずる	pH(H ₂ O ₂)が 4.0 以下		pH(H ₂ O ₂)が 3.0 以上	pH(H ₂ O ₂)が 3.0 以下 盛土法面・浸透性のある 切土法面
推奨材料		Dr.pH MELK 希釈液 + ファイバー	切土 法面	植生基材 (3~5 cm) + Dr.pH CaP	植生基材 (5~10 cm) + Dr.pH CaP + Dr.pH SX II or TAMA	Dr.pH MELK を散布 ↓ 植生基材 (5~10 cm) + Dr.pH CaP + Dr.pH SX II or TAMA
			盛土 法面	植生基材 or 客土材 (0.5~3 cm) + Dr.pH CaP		
期待される 効果	地山土壌の中和	○	○		○	○
	地山土壌の団粒化	—	○		○	○
	地山土壌の硫酸生成抑制	—	○		○	○
	植生基盤層の中性保持	—	—		○	○
	迅速な土壌表層の中和	○	—		—	○

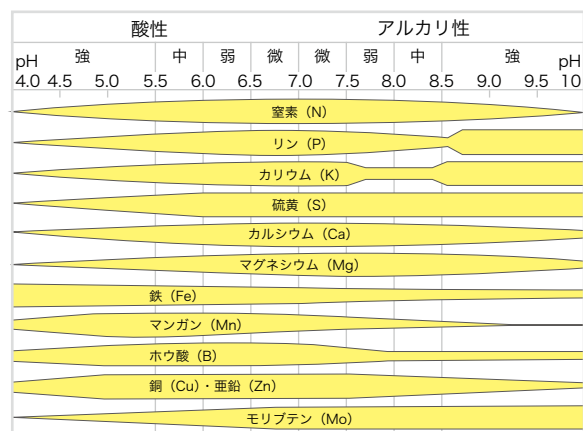
緑農地		basic(基本)/ 緑地向け	standard(標準)/ 農地園芸向け
推奨材料		Dr.pH TAMA	Dr.pH CaP + Dr.pH TAMA
期待される 効果	酸性の中和	○	○
	土壌の団粒化促進 (透水・通気性改善)	—	○
	土壌の肥沃化	—	○

酸性法面緑化資材選定ガイド

土壌 pH と栄養素の難溶化

右図(troug 表)は、土壌 pH と植物に必要な養分の溶けやすさを示しています。アルカリ側では pH7.5 ～ 8.0 を超えるとリン酸や鉄といったミネラル類が難溶化し利用し難くなります。

一方で、pH5.0 以下の酸性側でも同様の問題は生じますが pH4.5 以下になると、土壌中のアルミニウムが溶け出し根冠細胞に障害を与え根の伸張を阻害、やがて植物は枯死してしまいます。



中和目標とすべき pH 値

アルカリの中和

経済的	pH8.0 以下を目標値
サツキやツツジなどを植栽する場合	pH7.0 以下を目標

酸性の中和

酸性土壌	pH5.5 ～ 6.5
酸性硫酸塩土壌	酸性化が進行するため pH7.5 程度を目標

pH 基準

国土交通省「植栽基盤の整備手順」	上部有効土層 pH4.5 ～ 7.5	下部有効土層 pH4.0 ～ 8.0
日本造園学会「植栽基盤整備マニュアル」	pH5.6 ～ 6.8 (優)	pH4.5 ～ 5.5 pH6.9 ～ 8.0 (良)
日本造園建設業協会「植栽基盤整備ハンドブック」	pH4.5 ～ 7.5	

pH 異常でみられる栄養障害

栄養障害の代表的な例を示しています。このような症状がみられる場合、土壌の pH 異常の疑いがあります。

B (ホウ素欠乏症)
生長点の新芽の生育不良。やがて葉は枯死する。

S (イオウ欠乏症) :
葉の色が薄くなり窒素欠乏「N」と似た症状。

Mn (マンガン欠乏症) : 上位葉ほど淡緑色となり鉄欠乏症に似る。葉脈は緑のまま。また葉脈間に褐色のスポットが生じることもある。

Zn (亜鉛欠乏症) :
葉色はやや黄化し、褐色の斑点が広がる。

Mg (マグネシウム欠乏症) :
下位の葉が黄化する。葉脈の緑色は残る。

P (リン酸欠乏症) :
葉の大きさは小ぶりになり、暗紫色～紫紅色を帯びる。

Ca (カルシウム欠乏症) :
生長点 (新芽が出る場所) が白色化し真っすぐに伸びせず折れ曲がったりねじれたり奇形になる。

Fe (鉄欠乏症) : 若い上位の葉の葉脈間の黄～白色。葉脈も白くなることもあるのでイラストの通り全体に黄～白でよい。先端にややみどり残す。

Cu (銅欠乏症) :
新葉の先端が白色化ししおれてしまう。

Mo (モリブデン欠乏症) : 中位～下位の葉面全体が湾曲。葉脈間に不鮮明な黄化～茶色の症状。

K (カリウム欠乏症) : 古い葉 (下位から) の周囲が茶色枯れ、葉面全体が外側に向けてしわしわに縮れる。

N (窒素欠乏症) :
下の方から葉面全体の黄化が著しく進行。

中和と電気伝導度 (EC)

中和＝「酸」＋「アルカリ」→塩類生成(電気伝導度上昇)

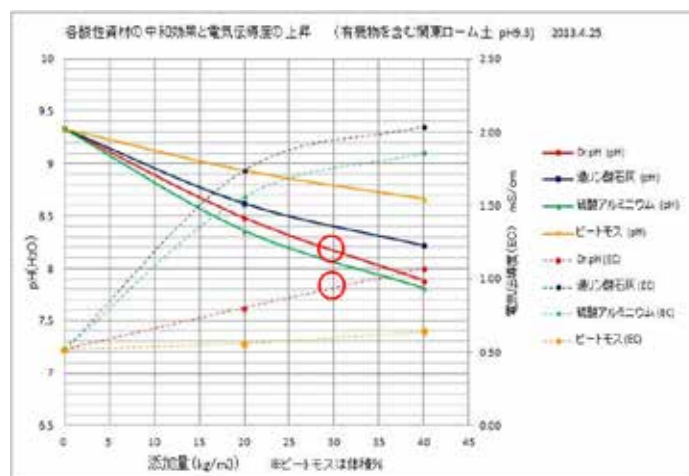
ドクターペーハー造園用、法面用液剤

→中和に伴う塩類を難溶化して上がらない(図中○印)

過リン酸石灰、硫酸アルミニウム、ピートモス(表1)

→中和効果はあるが電気伝導度は急激に上昇。ピートモスは電気伝導度の上昇は殆どないが中和効果も無し

以上のことからドクターペーハー造園用、法面用液剤は緑化に適した中和材料になります。



電気伝導度の基準

緑化に際し下表を整備目標としています。

土壌の電気伝導度 (mS/cm : ミリジーメンズ / センチメートル)

上部有効土	下部有効土層
0.1 ~ 1.0 mS/cm	1.5 mS/cm

電気伝導度 (EC) の降雨による低減化実験

ドクターペーハー土木用は中和効果は高いですが配合量によっては電気伝導度が基準を超えてしまい緑化には不向きな土壌となります。そこで客土として利用するためにどの程度の降雨量で低減するか、ポット試験とフィールド試験を実施してみました。

中和処理前		中和処理後	
供試土壌 pH	pH8.70	Dr.pH 土木用	30 kg/m³ 配合
電気伝導度	0.24 mS/cm	中和処理土pH	pH5.0 ~ 5.5 程度に中和
土質	埴壤土	電気伝導度	1.82 mS/cm
		散水量	降雨換算2 mm/ 回
		散水期間	40 日間程度



圃場とポットで並行して散水試験

降雨実験で分かったこと

①中和処理土壌1.82 mS/cm→1.0 mS/cm以下に低減は？

60 mm の降雨量で緑化が可能になりました。

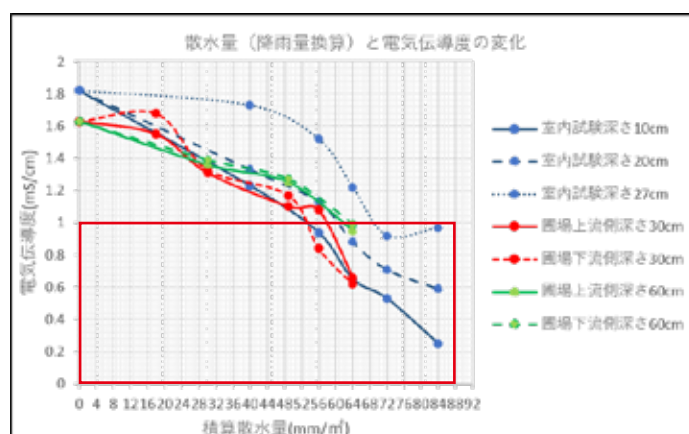
②関東地区の平均降雨量では？

5 ~ 10 月は半月 ~ 1 カ月程度、降雨の少ない冬季でも 1 ~ 1.5 カ月程度で緑化が可能ながわかりました。

③ポット試験による EC 低減化実験は？

フィールドへの適用の可能性が認められました。

右図は散水を行い採取した土壌の電気伝導度の変化を示しています。散水量に比例して処理土の電気伝導度が低減しています。このことから、ある程度必要な雨量と期間の把握が可能となります。





interfarm 株式会社インターファーム

沿革	1997 年 9 月 株式会社インターファーム設立
	2008 年 5 月 土壌改良材部門と肥料部門を分社化。当社が新会社として独立
	2016 年 9 月 本社を埼玉県入間市へ移転
事業内容	アルカリ土壌および酸性土壌の中和剤の開発製造・販売
	土木用土壌改質剤の開発（液状固化材、凍結増粘剤など）
	特殊土壌の緑化技術開発・コンサルティング
	中性固化土工事業協同組合会員
建設許可番号	埼玉県知事許可（般－3）第 74866 号（とび・土工工事業）

〒358-0004 埼玉県入間市鍵山 2-12-41 第 2 繁栄ビル 2F
TEL 04-2941-2435 FAX 04-2941-2436
URL : <https://drph.co.jp> E-mail : info@drph.co.jp