

建設発生土の緑化利用に関する研究（その5）

— SMW連壁発生土の改良と圃場試験—

杉本 英夫 小宮 英孝
伊藤 不二夫 辻 博和

(本社土木技術本部技術第一部) (本社土木技術本部環境技術第二部)

Study on Application of Surplus Soil from Construction as Re-Vegetation Soils (Part 5)

— Improvement of Cement-Blended Soil by Continuous Diaphragm Wall —

Hideo Sugimoto Hidetaka Komiya
Fujio Itoh Hirokazu Tsuji

Abstract

We have developed two methods for improving cement-blended soil by construction of continuous diaphragm wall. Vegetation did not grow in the soil because of its high alkalinity, so that it could not be used for re-vegetation. One method used carbonization of calcium hydroxide, which is the origin of the high alkalinity, and is neutralized by chemical fertilizers. We demonstrated flowering and vegetation in a field examination using improved cement-blended soil.

概 要

地中連壁工事などで発生する排泥は、固化用注入液（セメント主成分）が混じり、pH11～12の高アルカリ性を呈するため、植物の生育が著しく阻害される。高アルカリ土の有効利用の基礎研究を基に、某工事現場のソイルセメント壁（SMW連壁）工事の排泥を利用して、改良土を製作し、植物の栽培試験を実施した。改良土の評価を目的に、土の性状と植物の生育調査を行った。その結果、セメントを含む排泥は、炭酸化処理と中和処理により、畑の土と同程度の品質に改良できることが明らかになった。

1. はじめに

最近では、リサイクルに関する法令の整備が進み、循環型社会の形成に向けた取り組みが実行されつつある。建設工事の発生土は、公共工事などの減少の影響もあるが、現場内の有効利用が進んでおり、産業廃棄物とされる量が減少している。さらに、2001年5月に施行された「建設工事に係る資材の再資源化に関する法律（建設リサイクル法）」では、建築物などの分別解体と再資源化の実施が義務づけされることになり、資源の有効利用が着実に進みつつある。建設リサイクル法の趣旨を受けると、まだ利用されていない建設副産物を、適正かつ効率的に活用する技術開発が必要であると考えられる。

地中連壁工事などで発生する排泥は、セメントを主成分とする掘削用注入液などを含み、高含水比のために建設汚泥とされ、産業廃棄物として処分するが多い。そして、裏込め工事などの低品位な土木資材として利用されることはあるが、緑農地に利用されることはほとんどない。排泥は、pH11～12の高アルカリ性を呈して植物

の生育が著しく阻害される状態であり、経済的な改良方法が少ないため、植物の栽培に適さない土との認識が一般的である。しかし、排泥を資源として捉えれば、無機成分が多い土で、カルシウムなど肥料成分に富む資材となる可能性がある。排泥が緑農地に使われるようになれば、大量に使用することが可能になるばかりでなく、廃棄物の削減に大いに役立つ。

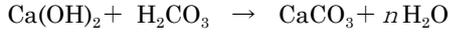
当社では、高アルカリ土の有効利用の基礎研究¹⁾を基に、某現場のソイルセメント壁（SMW連壁）工事の排泥を改良して、緑化用の土として有効利用する方法を開発した^{2)・3)}。本報告では、排泥の基本性状と改良方法の検討、および圃場を使った実証試験の結果を述べる。

2. 排泥の改良方法

排泥の改良方法には、乾燥による炭酸化処理、および特殊肥料による中和処理の2種類がある。

炭酸化処理では、土塊の表面に炭酸カルシウムを含む風化層を形成させる。炭酸化処理後の状態は、Photo 1

に示すように外周と内部で土色が異なる。外周部分は、土壤水に溶け込んだ二酸化炭素が排泥の水酸化カルシウムと反応し、土塊の表面に炭酸カルシウムを含む層を形成している。この層が、土塊内の水酸化カルシウムを封じ込め、土塊の表面へのアルカリ成分の溶出を抑制する。そのため、土壤のpHおよびECの上昇が抑制される。想像図をFig. 1に示す。炭酸化処理では、次式のような反応が考えられる。



中和処理では、排泥に添加した特殊肥料が、アルカリの原因であるカルシウム成分と化合して難溶性の塩を形成する。特殊肥料は、土塊からのアルカリ成分の溶出を抑えつつ、肥料としての効果も期待される。

今回開発した方法は、危険な薬剤を使わず、自然の素



Photo 1 炭酸化処理後の土塊断面 (最小目盛5mm)
Cross Section of Soil

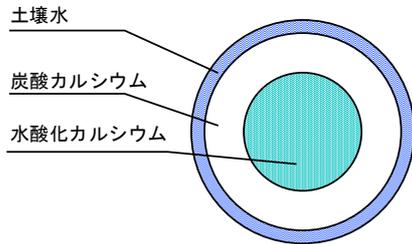


Fig. 1 断面の想像図
Concept of Cross Section

Table 1 基礎試験の方法
Analysis Method of Basic Condition

pH	土 : 純水 = 1 : 5, pH ガラス電極法
EC	土 : 純水 = 1 : 5, EC 電極法
含水比	105°C乾燥
陽イオン交換容量 (CEC)	1 M酢酸アンモニウム溶液, インドフェノール滴定およびオートアナライザー
交換性陽イオン (Ca, Mg, Na, K)	1 M酢酸アンモニウム溶液, 原子吸光法
水溶性陽イオン (Ca, Mg, Na, K)	土 : 純水 = 1 : 5, 原子吸光法

材を利用し、改良が簡単なことに特徴がある。中和処理では、特殊肥料に市販の化学肥料を用いれば保管が容易である。しかも、改良工事では、一般的な土木工事機械を利用して安全に作業できる。

3. 室内試験

3.1 試験方法

3.1.1 基礎試験 緑農地用の土壤として、排泥の性状を調べた。測定項目と方法をTable 1に示す。試料は、SMW連続壁工事で発生してピットに1週間おいた排泥、対照には現場付近の畑の土とセメントが混合していない掘削土(ケーシング土)を用い、2mmふるいを全通させた未処理土と炭酸化処理土(7日間)を用いた。

3.1.2 炭酸化試験 土を乾燥して、アルカリ成分が炭酸化する状態を調べた。試料は、3.1.1で使用した排泥、畑の土とケーシング土を使用した。ステンレス製の乳鉢で固まりを粉砕して、2mmふるいを全通させた試料を、アルミ製のバットに広げて(厚さ約1cm)室温で乾燥した。室温乾燥の対照は、105°C乾燥とした。試料は、乾燥前、3日後、7日後に採取し、pHおよびECを測定した。分析は、土:水=1:5の浸出液を作り、pHはガラス電極、ECは白金電極を用いた。

3.1.3 炭酸化・中和試験 試料は、3.1.1で使用した排泥で、固まりを粉砕して4.75 mmふるいを全通させたものを使用した。乾燥しない未処理土と室温で2日乾燥した炭酸化処理土を用いた。それぞれに、中和処理として特殊肥料3%(重量)を混ぜ、室温で乾燥した。特殊肥料には、既報¹⁾の肥料Bと同等品を使用した。測定項目はpHおよびECで、乾燥前、3日後、7日後の土を3.1.2の方法で測定した。

3.1.4 発芽試験 3.1.3で作った乾燥7日後の試料を用い、野菜(コマツナ)および芝草(トールフェスク)の生存率を測定した。対照は、シャーレにガラスウールを薄く敷き、水を含ませたものを用いた。200mLポットに試料を50mL詰め、各ポットに20粒ずつ播種した。土が乾かない様に透明の覆いをして、25°Cの室内において発芽させた。灌水量は30mL加え、その方法は下面から上面に土の間隙を飽和するように行い、重力で排水した。灌水期間は、10日目までは毎日、それ以降は止めた。観察は、開始7日後と14日後に実施した。土の状態は14日後に、pHおよびECを測定した。方法は、測定器のセンサーを土に差し込んで計る方式を採用した。測定器は、半導体式pH計(型式 I/Q200, IQ Scientific Instruments Inc.)とシグマプローブ式EC計(形式EC-1, Hoskin Scientific Ltd.)を用いた。

3.2 結果と考察

3.2.1 基礎試験 結果をTable 2に示す。「未処理」ではpH12, EC5.4dS・m⁻¹を示した。高アルカリ、高塩類濃度の原因は、溶質しやすいアルカリ成分の影響と考えられる。塩基飽和度が100%を超えることも、その影響と考えられる。一方、「炭酸化処理」では、pH11, EC1dS・m⁻¹を示した。「未処理」に比べてpH, ECともに低下した。ECが低下したのは、アルカリ成分が炭酸化し、水に対して不溶化が進んだためと考えられる。水溶性およ

び交換性カルシウムが「未処理」に比べて半減していることは、その証拠と判断される。

3.2.2 炭酸化試験 結果をFig. 2に示す。「未処理」では、pH12.7, EC6dS・m⁻¹を示した。乾燥を始めて3日後の状態では、pHはほとんど変化しないが、7日後にpH11となり、15日後はpH10.5まで低下した。ECは、3日後に大幅に低下し、15日後は1.1dS・m⁻¹まで低下した。一方、「乾燥105℃」の場合、pHとECが「未処理」とほぼ同じであった。つまり、急激な乾燥では、アルカリ成分が炭酸化しなかった。これより、炭酸化処理には空気に接する時間が必要であることが分かった。その時間は、「炭酸化処理」の終点をECの変化が小さくなる点とすると、3~7日以上と考えられる。なお、「未処理」のpHとECが、3.2.1の結果とわずかに異なる。これは、試料のばらつきの範囲と考えられる。

3.2.3 炭酸化・中和試験 結果をFig. 3に示す。「未処理」は、7日後にpH10.5を示した。一方、「中和処理」では3日後にpH10.4、「炭酸化処理」と「中和処理」を併用した場合は3日後にpH10を示し、pHは「未処理」より短時間で低下することが分かった。これより、「中和処理」は、pHの低下を促進する効果があるため、改良時間の短縮に役立つと考えられる。

3.2.4 発芽試験 結果をFig. 4に示す。「未処理」および「炭酸化処理」は、発芽した個体が14日後に枯れた。一方、「中和処理」および「炭酸化処理」と「中和処理」の併用では順調に生育した。なお、「未処理」の土は、14日後でもpH9.3, EC1.4dS・m⁻¹を示した。「中和処理」ではpH8.4、「炭酸化処理」と「中和処理」の併用ではpH8.2, EC1.6dS・m⁻¹を示した。建設発生土の評価基準案⁴⁾を用いてpHを診断すると、「未処理」は生育不適、「中和処理」および「炭酸化処理」と「中和処理」の併用は生育に適する状態となった。

4. 実証試験

4.1 試験方法と内容

某造成現場内の敷地内に設けた試験圃場を、Photo 2に示す。総面積は約200 m²、試験区の面積は130m²、その内訳は2m×5m×0.2mを8区画、1m×5m×0.2mを3区画、2m×3m×0.2mを1区画とし、各区内を2m×1m×0.2mあるいは1m×1m×0.2mに細区分した。排泥は、SMW連壁工事で排出後1ヶ月ピットに放置したのものを利用した。特殊肥料は、3.1.3で使用した肥料Bの同等品を採用した。試験区の土の種類をTable 3に示す。土は、未処理、改良土A(炭酸化処理系)、改良土B(炭酸化・中和処理系)、改良土C(未炭酸化・中和処理系)、改良土D(炭酸化・堆肥混合系)、畑の土(対照)の6条件で、計12種類を設定した。肥料として、配合肥料(くみあい有機入り684号)を20g/m²散布した。

試験植物は、Table 4の芝草、野菜、花の計9種類で、試験区に植えたものをTable 3に○印で示した。バミュー

Table 2 炭酸化処理前後の化学性
Chemical Condition for Carbonization of Calcium Hydroxide

試料名	含水比 %	pH	EC dS・m ⁻¹	CEC cmol・kg ⁻¹	交換性陽イオン cmol・kg ⁻¹				水溶性陽イオン cmol・kg ⁻¹				塩基飽和度 %		
					C	a	Mg	K	Na	C	a	Mg		K	Na
未処理の分析値															
SMW排泥	72	12.8	5.4	34	430	8	2	3	6	0	1	2	1,290		
畑の土	15	8.7	0.2	31	34	1	0	0	1	0	1	0	107		
ケーシング土	6	9.3	0.1	1	26	2	0	0	0	0	0	0	1,991		
炭酸化処理(7日間)の分析値															
SMW排泥	10	11.2	1.0	36	270	5	2	2	3	0	0	1	763		
畑の土	5	8.5	0.2	14	63	2	1	0	1	0	0	0	461		
ケーシング土	0	9.1	0.1	1	97	2	0	0	1	0	0	0	8,933		

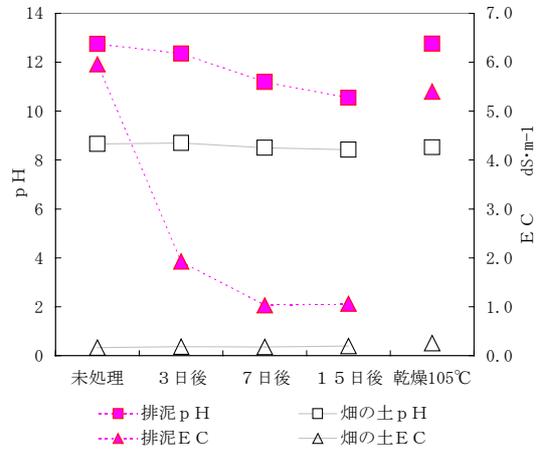


Fig. 2 炭酸化処理のpHおよびEC
pH & EC of Alkaline Soil by Hydroxide

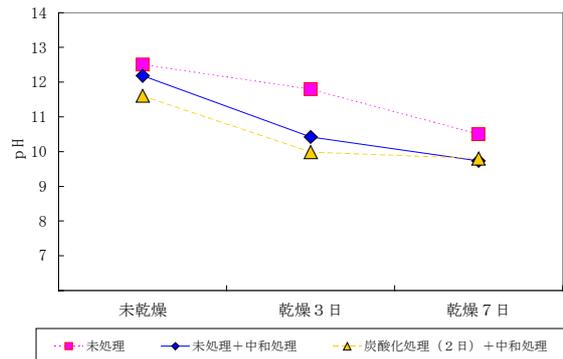


Fig. 3 炭酸化・中和処理のpH
pH of Alkaline Soil by Hydroxide with Chemical Fertilizers

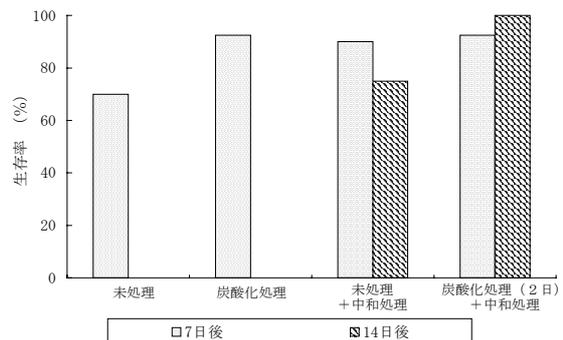


Fig. 4 コマツナの発芽試験
Germination Test by Komatsuna (*Brassica campestris*)

ダグラスは20g/m²、ティフトンは15cm間隔で茎を筋植え、コウライ芝は20×40cmを10cm間隔で張芝した。トウモロコシは、1カ所に3粒、20cm間隔でまき、芽が出てから、

1株となるように間引きおよび移植を行った。モロヘイヤは20cmの苗を8株、エンサイは20cmの苗を2株植えた。ハイビスカスは、40~50cmの苗を高さ30cmに刈り揃えて4株植えた。ブーゲンビリアは、40cmの苗を高さ20cmに刈り揃えて4株植えた。

調査期間は2002年6月26日~2003年1月30日の7ヶ月間とした。植生調査は、観察調査を1週間、2週間、1ヶ月、以降毎月実施し、植被度、葉色を目視で、草丈を定規でそれぞれ測った。植被度は、ブラウンプランケ法に基づいて測定した。一般的な7段階に、植生がない状態を0として加え、合計8段階に分けた。生長量は、芝草では植被度7以上となった区を刈取り、未乾燥の状態を重量を測定した。そして、7ヶ月後にホールカッター(直径125mm、深度150mm)による掘取り調査を行った。掘取ったサンプルは、水洗して、吸湿性の紙タオルの上に3時間置いて未乾燥状態の重さを量った後、80℃で乾燥した重量も測定した。また、トウモロコシ、モロヘイヤ、エンサイは、3ヶ月後に地上部を刈取り、未乾燥の状態の重量を測定した。ハイビスカス、ブーゲンビリアは、7ヶ月後に掘上げ、地上部と地下部に分けて未乾燥と乾燥の重量を測定した。なお、モロヘイヤは、ビタミンA(βカロテン

+レチノール)の含有量に特長があるとされるため、葉を採取して高速液体クロマトグラフィー法で分析した。

土の調査は、2ヶ月毎に試料を採取し、土壌標準分析法を参考に分析した。採取場所は、トウモロコシとコウライシバの栽培区の間で、深さ10cmとした。項目は、pH、EC、含水比、水溶性イオン(カルシウム・マグネシウム・ナトリウム・カリウム・硝酸・リン酸)、陽イオン交換容量、交換性陽イオン、リン酸吸収係数、有効態リン酸(トルオーグ)、透水係数、水ポテンシャルとした。また、7ヶ月後に土壌断面調査を行い、現場で採取した不攪乱試料による透水試験(JIS A 1218)も実施した。環境条件は、気温と湿度を毎分測定し、その平均値を毎時記録した。降水量は、アメダスデータを利用した。栽培時、6月~10月まで、30分間スプリンクラーで灌水し、約5L/m²・日で管理した。

4.2 結果と考察

4.2.1 生育観察 改良土A, およびB, C, Dの植物は、対照の植物と比較して、同程度もしくはそれ以上の良好な生育状況が確認された。特に、芝草(バミューダグラス)は種子から栽培したため、発芽時点からの生育を比較できた。

Fig. 5に植被度を示す。未処理土では2ヶ月以上経過しても2で、対照は2ヶ月で植被度8を示した。改良土B1とB2は1ヶ月で植被度8を示したことから、対照より

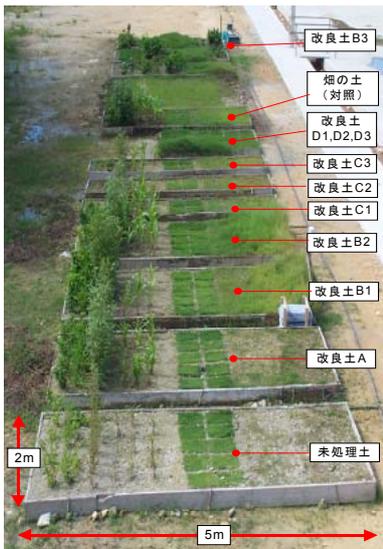


Photo 2 実証試験地の2ヵ月後(2002年9月3日)
Experimental Field on 2 Months after Treatment

Table 4 試験植物
Experimental Plants

記号	植物名
芝草A	バミューダグラス
芝草B	ティフトン
芝草C	コウライ
野菜A	モロヘイヤ
野菜B	エンサイ
野菜C	トウモロコシ
花A	ハイビスカス
花B	ブーゲンビリア
花C	ツツブキ

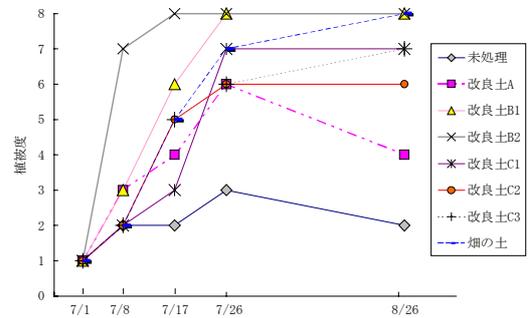


Fig. 5 芝草(バミューダグラス)の植被度
Covering Rate of Bermudagrass (Cynodon)

Table 3 試験区と植物
Experimental Area and Plants

試料名	条件	試験区の大きさ	区数	芝草			野菜			花		
				A	B	C	A	B	C	A	B	C
未処理土	掘削後ピットに移し、1ヶ月放置した排泥	2×5m	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○
改良土A	排泥(未処理土)を20mmでふるい、7日間の乾燥	2×5m	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○
改良土B1	改良土Aに特殊肥料2%混合(容積比)	2×5m	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○
改良土B2	改良土Aに特殊肥料3%混合(容積比)	2×5m	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○
改良土B3	改良土B2にサトウキビ堆肥5%混合(容積比)	2×5m	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○
改良土C1	未処理土に特殊肥料1%混合(容積比)	1×5m	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○
改良土C2	未処理土に特殊肥料2%混合(容積比)	1×5m	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○
改良土C3	未処理土に特殊肥料3%混合(容積比)	1×5m	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○
改良土D1	改良土Aにサトウキビ堆肥5%混合(容積比)	1×2m	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○
改良土D2	改良土Aにサトウキビ堆肥10%混合(容積比)	1×2m	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○
改良土D3	改良土Aにサトウキビ堆肥20%混合(容積比)	1×2m	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○
畑の土	対照	2×5m	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○

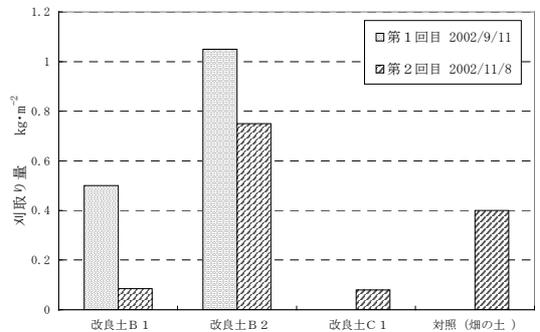


Fig. 6 バミューダグラスの刈取り量
Mowing Quantity of Bermudagrass

早く地面を被うことが分かった。Fig. 6に、植被度7以上に達した区の刈取り量を示す。改良土B1とB2は、対照に比べて刈取り量が多いことが分かる。Fig. 7に、ホールカッターを用いた調査の結果を示す。堀取り量は、地上部と地下部を含み、3サンプルの合計値である。改良土B1とB2の重量は14と18gを示し、対照の13gより多かった。コウライシバ、ティフトンも、バミューダグラスの例と同様であった。これより、排泥を改良した土は、芝草が十分に生育できる状態になっていると判断した。

4.2.2 試験植物の健全性 Fig. 8にモロヘイヤの草丈、Fig. 9に10月に採取した葉のビタミンAを示す。対照、改良土A、改良土B1およびB2は、草丈が2ヶ月で90~100cmになった。特に、改良土B2は、草丈とビタミンAの量が、対照と同程度となった。改良土Aは、草丈が対照と同程度であるが、ビタミンAは低かった。

未処理土の根は、Photo 3のように移植時の根鉢に密集している。改良土B2の根は、根鉢から広がり、対照と同じような形状で伸びていた。改良された排泥は、根の発達がよくなることが分かった。Photo 4にハイビスカスの

生育比較、Fig. 10に生長量を示す。未処理土では、対照に比べて生育が劣るが、改良土では生育がよいことが分かる。特に、改良土B3では、地上部と地下部の重量比が4.5を示し、対照と同程度であった。これより、排泥を改良した土は、炭酸化処理だけでは植物の生育に影響が残るが、中和処理を施せば、植物は対照と同程度の生長を期待できることが分かった。

4.2.3 気象と土壌の状態 Fig. 11に気温と降水量を示す。試験期間中、最高気温は33℃で、降水量が少ない期間は連続20日間であった。試験中に台風の影響で潮風を受けたり、降水が少ない期間もあったが、定期的な灌水が行われたため、塩害や干害もなく植物は順調に生育した。Fig. 12に、施工2ヶ月後の土のpHとECを示す。改良土B2はpH8.5を示し、対照と同程度であった。pH8.5以下となる条件は、Fig. 13に示すように、塩基飽和度が低下した場合である。Table 5に、7ヶ月後の土の密度と透水係数を示す。改良土A、およびB、Cの透水係数は、 $10^{-5} \sim 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ を示し、植物が生育可能な状態である。湿潤密度は対照と同程度であるが、乾燥密度は対照

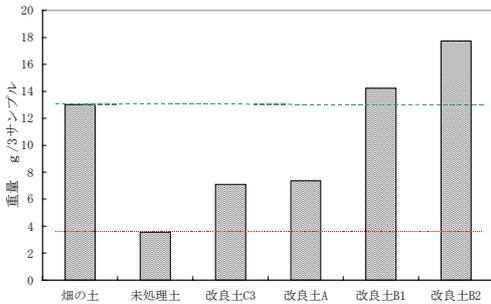


Fig. 7 バミューダグラスの堀取り収量 (7ヶ月後)
Harvested Quantity of Bermudagrass by Hole Cutter

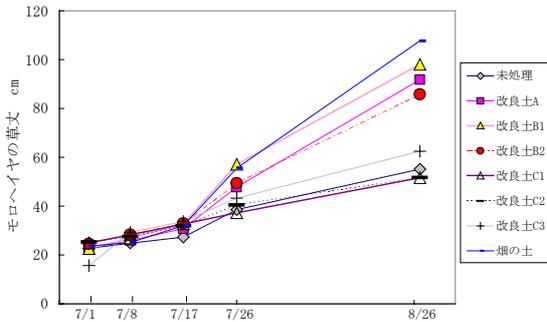


Fig. 8 野菜 (モロヘイヤ) の草丈
High of Moroheiya (*Corchorus Olorarius L.*)

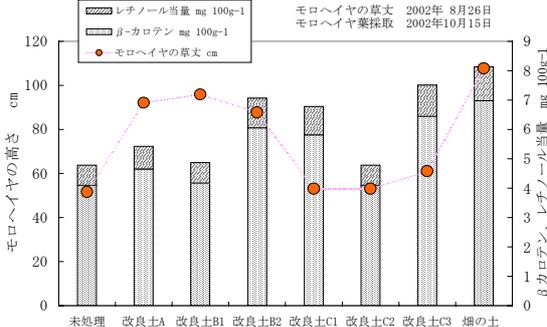


Fig. 9 モロヘイヤの草丈とβカロテン (3ヶ月後)
Kartene of Moroheiya



Photo 3 野菜 (モロヘイヤ) の根 (4ヶ月後)
Root of Moroheiya
Left: Non Treatment Soil, Right: Treatment Soil



Photo 4 ハイビスカスの生育比較 (7ヶ月後)
Harvested Quantity of Hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis*)

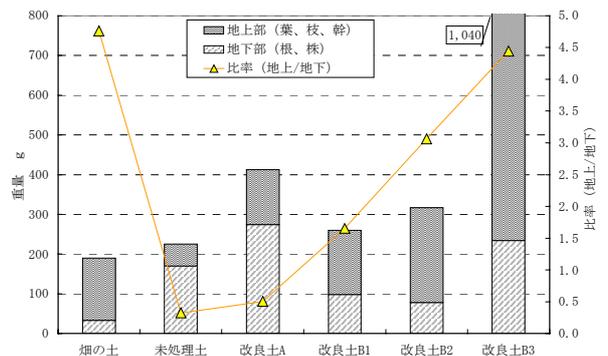


Fig. 10 ハイビスカスの生長量 (7ヶ月後)
Harvested Quantity of Hibiscus

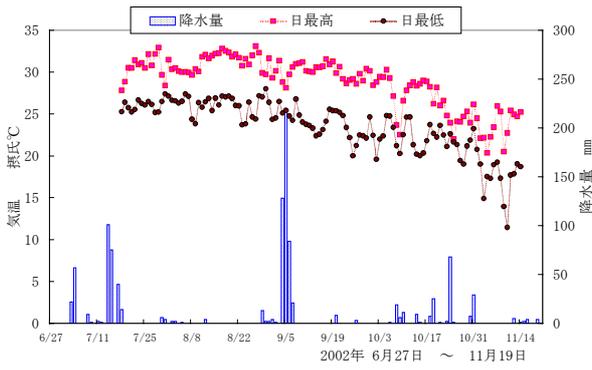


Fig. 11 試験期間中の気温と降水量
Air Temperature and Rain

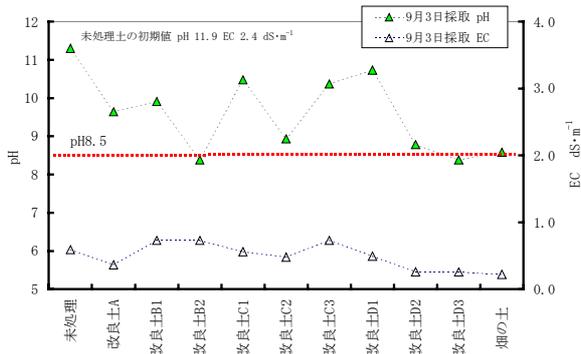


Fig. 12 pHおよびEC (電気伝導度) (2ヶ月後)
pH and EC (Electric Conductivity)
on 2 Months after Treatment

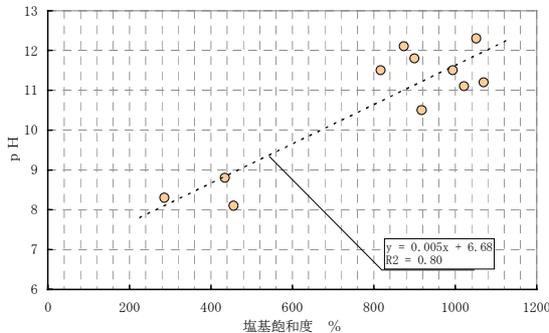


Fig. 13 pHと塩基飽和度 (5ヶ月後)
pH and Base Saturation Ratio
on 5 Months after Treatment

Table 5 土の密度と透水系数 (7ヶ月後)
Bulk Density and Water Conductivity
on 7 Months after Treatment

	湿潤密度 kg·m ⁻³	乾燥密度 kg·m ⁻³	透水系数 m·s ⁻¹
畑の土	1.4 × 10 ⁻³	1.0 × 10 ⁻³	1.4 × 10 ⁻⁶
未処理土	1.3 × 10 ⁻³	6.9 × 10 ⁻⁴	4.1 × 10 ⁻⁶
改良土A	1.3 × 10 ⁻³	7.7 × 10 ⁻⁴	5.2 × 10 ⁻⁶
改良土B1	1.3 × 10 ⁻³	7.6 × 10 ⁻⁴	3.8 × 10 ⁻⁶
改良土B2	1.3 × 10 ⁻³	7.8 × 10 ⁻⁴	9.1 × 10 ⁻⁵
改良土C1	1.3 × 10 ⁻³	7.6 × 10 ⁻⁴	4.4 × 10 ⁻⁵
改良土C2	1.3 × 10 ⁻³	7.7 × 10 ⁻⁴	8.4 × 10 ⁻⁵
改良土C3	1.3 × 10 ⁻³	7.3 × 10 ⁻⁴	9.0 × 10 ⁻⁵

よりやや低いいため、排泥の改良土は孔隙の多い土である

ことが分かった。これより、排泥を改良した土は、化学性は対照と同程度、物理性はやや優れる性質を示し、かつ改良効果が長期間持続するので、栽培用の土として利用できると考えられる。

5. まとめ

セメント成分が混じる排泥について、基礎的な性状試験などで利用の適否や改良方法を検討し、実証試験として圃場で栽培試験を7ヶ月間行った。その結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 排泥は、空気と接する時間を与えれば、pHとECが低下した。排泥に特殊肥料を混ぜると、pHの低下が早まり、かつECの上昇は抑えられた。
- 2) 土木機械を利用した炭酸化処理は、排泥を栽培可能な土に改良できた。中和処理では、炭酸化処理を併用すると改良時間を短縮できた。
- 3) 栽培試験の結果、バミューダグラス、モロヘイヤ、ハイビスカスなどは、生育が旺盛であった。改良土は、畑の土と同程度あるいはそれ以上の生育が期待できる状態であった。

この成果を利用して、排泥を改良すれば、緑化用の資材に利用できるので、産業廃棄物が発生せず、資源のリサイクルに役立つ。今後は、改良土壌の効果を詳細に検証して「炭酸化処理」と「中和処理」のメカニズムを明らかにしつつ、工法・技術を適用して工事現場のゼロエミッションの実現に努力していきたい。

謝辞

最後に、貴重な助言をいただいた琉球大学農学部 黒田登美雄教授、渡嘉敷 義浩教授、ならびに沖縄県農林水産部中部農林土木事務所、圃場設営に協力いただいた与勝地下ダムJV工事事務所に、この場を借りて深くお礼申し上げる。

参考文献

- 1) 岡田, 辻: 建設発生土の緑化利用に関する研究 (4) - 緑化を目的としたセメント固化処理土の改良, 大林組研究所報 No.57, p.107~110, (1998)
- 2) 杉本, 伊藤, 小宮: セメント混合土の緑化利用に関する研究, 農業土木学会, 平成15年度農業土木学会講演会要旨, (2003.7 投稿中)
- 3) 杉本, 辻, 伊藤: 建設副産物の緑化利用に関する研究 (3), 土木学会, 平成15年度土木学会講演会要旨, (2003.9 投稿中)
- 4) 杉本, 喜田, 北村: 建設発生土の緑化利用に関する研究 (3) - 建設発生土の性状と緑化利用の診断, 大林組研究所報 No.51, p.93~98, (1995)