

# JIA『カーボンニュートラルの樹』への提言 | 2025 アフリカで「土」を固める

坂田 泉 | 一般社団法人 OSA ジャパン | JIA 国際委員

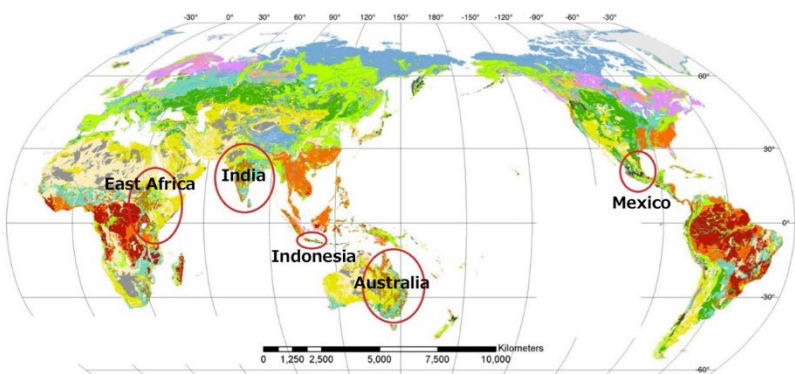


アフリカの土の中でも「暴れ土」として有名な「黒綿土」。粘土質なので水や養分をよく保持するため農地としては問題ない。しかし、建物や道路の下にあると、雨季の雨水で膨張し、基礎や路盤を破断する。乾季には、ひび割れ、時には人が落ちるような亀裂を生む。このため黒綿土は建築、土木の世界では「問題土壌」とみなされ、除去され、廃棄され、代わりに別の土や碎石が持ち込まれる。

地球が何億年もかけて生成した貴重な土壌をただ人間の都合だけで廃棄するのはもったいない。もし、活用できれば「持ち出し、持ち込む」手間やコスト、輸送に伴う二酸化炭素ガスの発生も削減できる。セメントの一部を黒綿土と代替することで、「脱セメント」にも扱い、「骨材不足」の解消にもつながる。黒綿土は建築の持続可能性に貢献できる資源となり得る。

黒綿土を何とか建材や路盤として活用できないか。  
一昨年から、ケニアのジョモ・ケニヤッタ農工大学と取り組んでいる。

## 環太平洋域に遍在する問題土壌「黒綿土」とは？



### 【同じ母から産まれた「問題児」】

- 地球は約 46 億年前に溶岩の塊として誕生。その後、地表が冷えて固まり、地殻が形成され、さらに、何十億年もかけ、風化や生物によって、約 6 億年前に地表に「土壌」が形成された
- 地表を覆った大陸は、約 2 億年前、北と南に分裂。南の Gondwana 大陸はその後も分裂、移動し、現在の太平洋を囲むアフリカ大陸東側、インド、東南アジア、オーストラリア、中南米等を形づくる。この Gondwana 大陸の玄武岩を母として生まれたのが「黒綿土」
- そのため、黒綿土は、ケニア、エチオピア等の東アフリカ諸国のみならず、インド、インドネシア、オーストラリア、メキシコ等の環太平洋域に遍在し、「問題土壌」として扱われている

### 【黒綿土の問題は膨潤収縮と廃棄処分】

- 黒綿土は粘土質土壌に特有の結晶構造により、雨季には膨張、乾季には収縮し、建築物や道路の基礎に損傷を与えるため、建設地に黒綿土が存在する場合は、他の土壌や碎石等に置換される必要がある
- 本プロジェクトは、黒綿土を、その場で固め、安定した基礎盤として活用することで、その除去、廃棄に要する費用、二酸化炭素ガス発生削減を目指すと共に、ブロック等に活用することで「地産地消」型の安価な建材を目指す



雨季に膨潤、乾季に収縮



道路建設時に廃棄された黒綿土



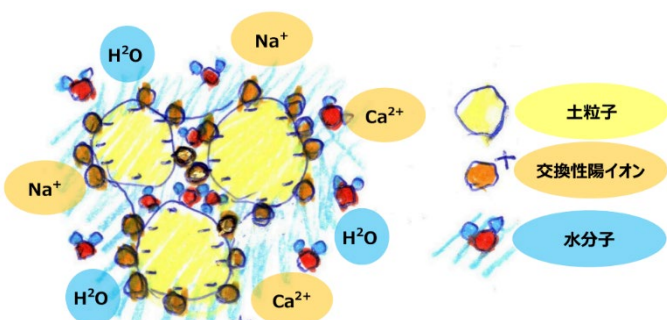
# ジョモ・ケニヤッタ農工大学との連携による「黒綿土プロジェクト」

## 【「黒綿土ブロック」実証実験】

- 2024年5月から2025年2月まで、「二酸化炭素削減・地産地消」型の安価な建材としての「黒綿土ブロック」開発を目指す実証実験（第1期）を実施
- 第1期では、非セメント系資材として消石灰と食塩による黒綿土固化の可能性を検証し、「黒綿土ブロック」を成形
- 2025年度では、古代ローマ人が消石灰と火山灰と海水で「ローマンコンクリート」を創出し、パンテオン等の強固な構築物を遺したことに習い、ケニアの火山地帯から入手した火山灰や、シリカ成分の豊富な稲の籾殻灰等を消石灰に混入し、黒綿土固化の可能性を検証する



## 黒綿土の「力」で黒綿土を「固める」



### 【土粒子の負電荷構造】

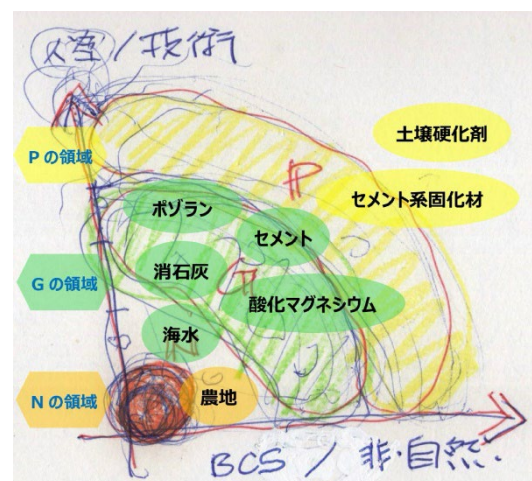
- 土壌を構成する土粒子は、一般的に負電荷を帯び、周囲にナトリウム、カルシウム、カリウム、マグネシウム等、動植物の生体に必要不可欠な元素の陽イオンを保持している
- これらの陽イオンは、植物の根によって吸収され、植物の生体を形成し、その植物を摂取することで、動物は生体を維持する。すなわち、土粒子が負電荷を帯びていることが、地球に動植物が生存できる根本的な理由に他ならない

### 【黒綿土の「力」を活かす】

- 黒綿土は粘土質土壌に特有な層状の結晶構造を有し、層の表面が負電荷を帯びることにより、多くの層間にナトリウムやカルシウム等の交換性陽イオンを保持することができる
- この黒綿土の層状の負電荷構造こそ、黒綿土が持つ「力」に他ならない。本プロジェクトでは、単にセメントを投入することでセメントの固化によって黒綿土を外側から固めるのではなく、黒綿土に内在する力を活用して、黒綿土を内側から固めるアプローチを目指す

## 【技術と自然の「3つの領域」】

- 縦軸に「人為/技術」、横軸に「非・自然」すなわち「自然からの距離」を取り、人間と自然の関係を説明するダイアグラムを考える。人間と黒綿土との関わりにおいて、ダイアグラム上に「3つの領域」を設定する
- 原点付近には、人為の及ばない自然（Nature）のままの黒綿土があり、農地としての活用が可能である。ここを「Nの領域」と呼ぶ。しかし、建物や道路の建設地に黒綿土があれば、黒綿土の膨潤収縮を制御する何らかの人為/技術を投入する必要が生まれ、ここに「Nの領域からの離脱」が始まる
- Nの領域からの離脱の軌跡は、通常、ダイアグラム上で斜線になる。人間が技術を投入すればするほど、非・自然も進むからだ。例えば、セメントを使って黒綿土を固めれば、もはや土ではなく、自然に戻すことはできない。斜線の延長には、セメントによる固化を効率化した「セメント系固化材」や土壌硬化に特化した薬剤などが存在する。ここまで来るともはや一般の人々が自由に立ち入れる領域ではなく、企業が特許や知財権で囲い込んだ領域になる。ここを Patent、Property を意味する「Pの領域」と呼ぶ
- 本プロジェクトでは、NとPの間の「Gの領域」（GreenのG）で黒綿土を固めることを目指す。その進行は斜線ではなく、垂直の動きを目指す。できる限り自然から離脱することなく、人為/技術を高めるからだ。習うべきは古代ローマ人の「ローマンコンクリート」。2,000年も前に、消石灰と火山灰と海水でパンテオン等の驚嘆すべき構築物を建造し、今もその雄姿は失われていない。近代工業化のセメント以前、鉄筋以前、産業廃棄物ではないので、最後は地球に戻せる。非・自然化を進めず、人為/技術を高度に発展させた偉業である
- 2025年度のプロジェクトでは、ローマンコンクリートにおける火山灰のように消石灰の効果を促進する物質（「ボゾラン物質」）でケニアでも入手可能なものによる黒綿土の固化を検証し、成形した「黒綿土ブロック」による小規模な構築物を建造する



### プロジェクトメンバー

坂田 泉・Dick Olango | OSA ジャパン、青島啓太 | バスデザイン、中村 航 | 土建築研究所、今川憲英・谷 亮介 | N.S. Harmony