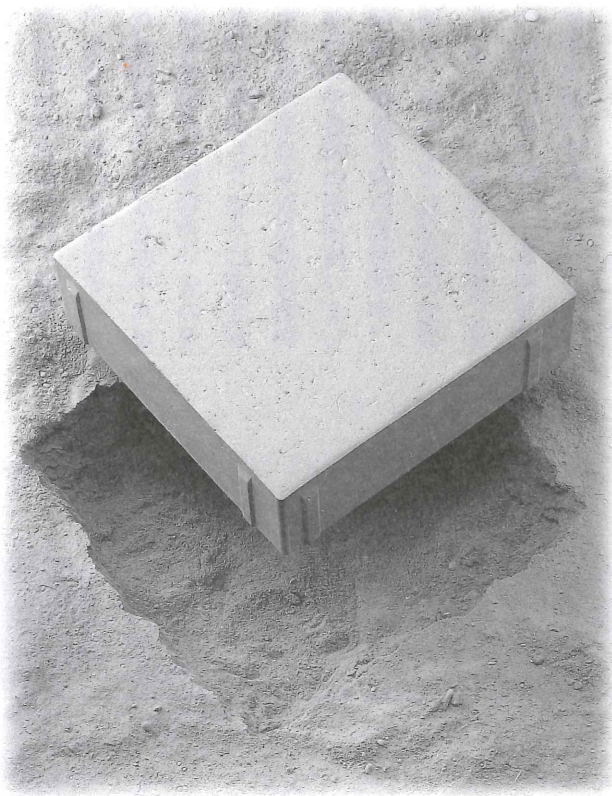


青い地球に生まれた土 —土を知り 土を活かす—

石田 秀輝 〈東北大学教授〉



INAXの技術戦略委員長を務めた経験があり、無機材料を専門とする東北大学の石田秀輝教授は、土や石、環境について語り出したらとまりません。自然から学び、そのすごさを賢く活かした環境に負荷をかけないものづくりや暮らし方の研究を大学院で行う環境博士に、土の誕生について解説していただきました。

地球の歴史と土の誕生

土いきれ、土一揆、土色、土くれ、土穿り、泥を被る、泥を塗る、泥を吐く、泥を踏む、泥仕合・・・土や泥にはどう言う訳かなかなか良い意味の言葉が見つかりません。しかし、この『土』、実は太陽系の中でも、おそらく地球にしか存在しない貴重なものなのです。そして、この土が無ければ、今の自然の完璧な循環は成立しないのです。それでは『土』がなぜこの地球

だけに存在し、どのようにして誕生したのかをお話しましょう。

『土』が生まれるためには、生物が必要ですが、生物が存在するためには水が必要です。今から四十六億年前原始地球が誕生しました。火の玉として生まれた地球も、徐々に温度が下がり始め、薄く地球を取り囲んでいた水蒸気が冷えて最初の雨が降りました。今から四十四億年前のことです。雨は降り続け、海が生まれ、赤い火の玉の地球が青い水の地球へと成長しました。第二惑星の金星は今でも大量の大气がありますが、地球より少し太陽に近いばかりに、そして自転速度が遅い（金星の一日は百十七日）ばかりに強烈な太陽の輻射熱で温められ（地表温度は四百六十℃）水は存在できません。逆に第四惑星の火星は地球より少し太陽から遠いばかりに太陽からの熱が足らず、水は地中に逃げてしまいました。今この水をたたえた第三惑星

である青い地球が存在できるのは、まったくの幸運とも言えるのです。

そして、今から十億年ほど前、海の中に真核細胞の藻類が発生し、炭酸ガスと窒素の大气に、ついに大量の酸素を水中から放出することに成功しました。初めて酸素が大气に混ざり始めたのです。酸素の濃度は徐々に上がり、太陽紫外線によってオゾン層を創りました。そして今から四億二千万年前、現在とあまりかわらないオゾン層が形成されました。地表面も有害な紫外線から守られる環境になり、植物、生物が海から陸上へ上がれる環境が整ったのです。

最初に陸地へ上がったのは原始的な地衣類だと考えられています。続いてシダ類、さらには草食の小動物が上陸を始めます。地表に出ている岩石は昼夜の温度差や季節の寒暖の影響で膨張収縮を繰り返し、さらに雨水や雪解け水の影響を受け長い時間をかけて大き

く性質を変えます。さらに陸地へ上ってきた植物が岩石の養分を吸い上げ、さらには動植物から生まれる有機物が徐々に堆積することにより、岩石から土が誕生しました。今から約四億年前のことです。

それ以降、土はこの陸地をくまなく覆ってきたのです。そして今から三億七千万年前頃原始的な森が発生し、岩石しかなかった陸地が緑の陸地へと変身を始めました。土は水を溜め、空気を溜め、養分を蓄え、微生物を育て、その結果、私たちは、直接的に、間接的に土の恵みを受けて暮らしているのです。土がなければ、自然の循環は存在しないのです。でもその厚さは驚くほど薄く、熱帯雨林地帯のような高温多湿の気候の下で五〜六メートル、温帯では一〜二メートルしかありません。そして、私たちが持っている最先端の技術をもってしても、土を人工的に創ることはできないのです。

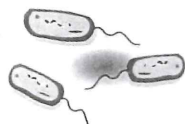
地球の歴史



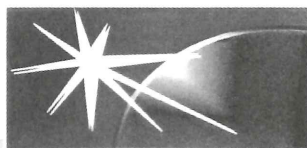
46億年前 地球の誕生



40億年前 海の誕生



32億年前 最初の生命の記録
原核細胞生物



10億年前 現在の海洋と大気ができる



8億年前 原始的な高等動物の出現



4億年前 最古の陸上植物
土が地表を覆いはじめる



2億5000万年前 超大陸の出現



2億年前 恐竜



400万年前 人類の出現

土の隙間と土の色

土にはたくさん隙間があります。小さな穴、大きな穴、人間だって昔は穴に住んで氷河期を耐えたのです。例えば、志賀高原の原生林、厚さ十五センチ、一平方メートルの土の中に二センチ程度のムカデやミミズは約三百六十四匹、二ミリ程度のトビムシやイトミミズ、ダニは二百三十万匹、そして原始動物やカビ、バクテリアは何と十兆匹以上住んでいるそうです。これだけの生物たちが暮らせる穴を土は持っているのです。

また、土はいろいろな色を持っています。土の起源となった岩石の種類により、そして土が生まれる過程での気候や植生の影響で多くの顔を持ちます。日本は実に多種類の岩石で構成されています。数億年前から新しいものまで、南からプレートに乗って運ばれたものもあります。そしてそれらが、

さらにぶつかり合い、新しい岩石に変化したものまで多彩です。その結果、極めて多種類の表情を持った土が存在することになりました。

土を活かす

土は水を混ぜると変形し(可塑性)、乾くとその形を維持し(保形性)、焼くと固まる(焼結性)性質を持った珍しい材料です。このような材料は他には見られません。この性質を使って、いろいろな使い方が生まれました。

保形成を利用して、紀元前三二〇〇年頃のメソポタミアでは「楔形文字」による粘土の本ができました。紀元前四〇〇〇年頃のメソポタミアやエジプト先王(紀元前三五〇〇―三二〇〇)朝時代には日干しれんがが諸建築の主力材料でした。日本では土壁や土蔵にこの性質が使われました。土を水で練って壁をつくり、土を選ぶことで素晴

らしい色やテクスチャーを生み出し、乾けば壁として自立し、土が持つ小さな穴が断熱性や湿度の調整機能を発揮します。少量の水と石灰を混ぜて叩けば「三和土(たたき)」になります。セメントにも勝る土木材料として例えば服部長七翁の遺構が数多く残っています。焼結性を利用した材料は私たちの周りにも多く見られます。食器やタイルはその優れた耐久性や強度を利用して使いますし、電子部品には高い絶縁性能が活かされています。

そのほかにも土はさまざまな形で利用されていて、私たちの生活に不可欠なものになっています。紙のファイバーとしては五〜三〇%、鉛筆には三〇〜五五%、化粧品にも例えばファンデーションには四〇〜七〇%、口紅には一五%程度、薬にも、洗剤にも、自動車のバンパーなどに使われているエンジニアリングプラスチックにも土の成分が多く使われています。

土は、原始動物やバクテリアをはじめ、動物たちのすみかとなり、植物を育み、自然の循環を支えているばかりでなく、私たちの日々の生活にも欠かすことはできません。まさに縁の下の力持ち、あらためて土の凄さ、素晴らしさを感じずにいられません。



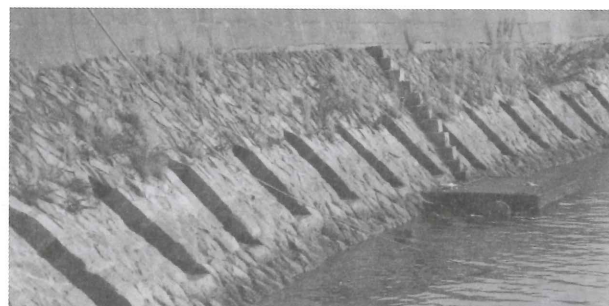
修復完了後のバイヨン北経蔵



アンコール遺跡 バイヨン寺院

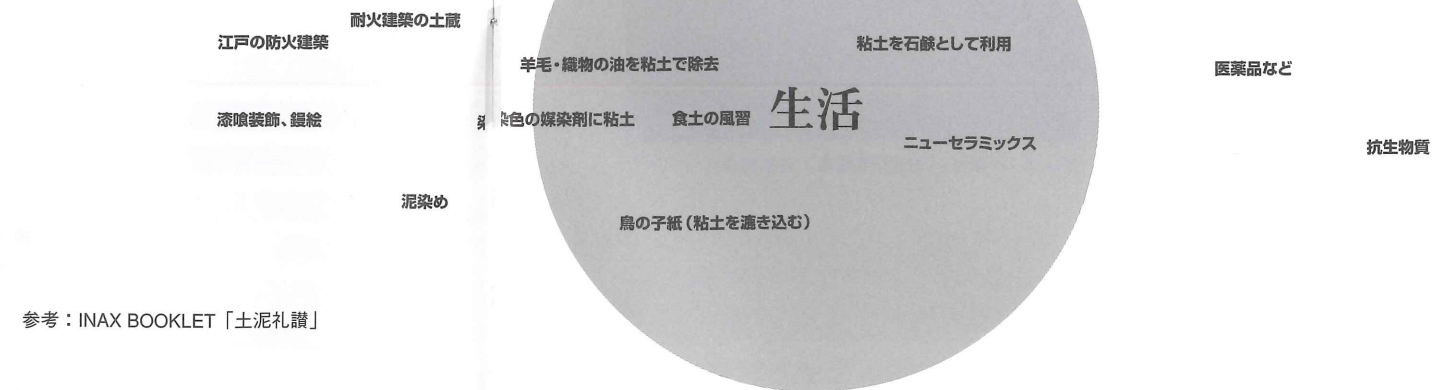
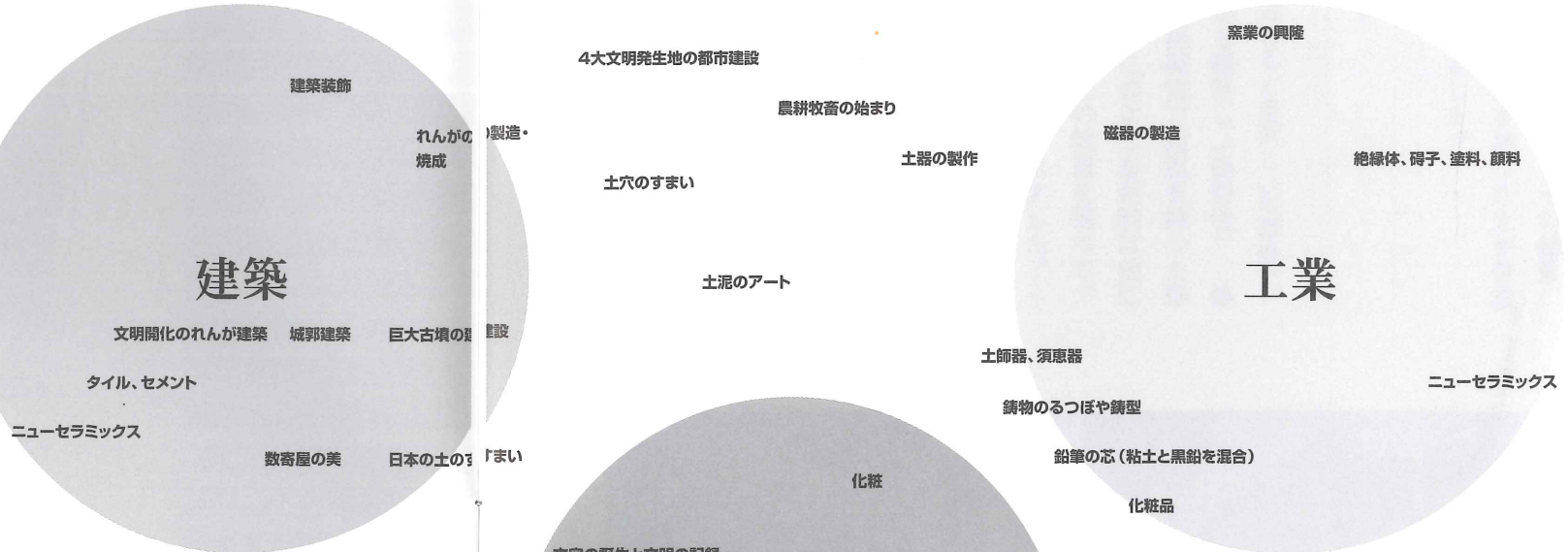
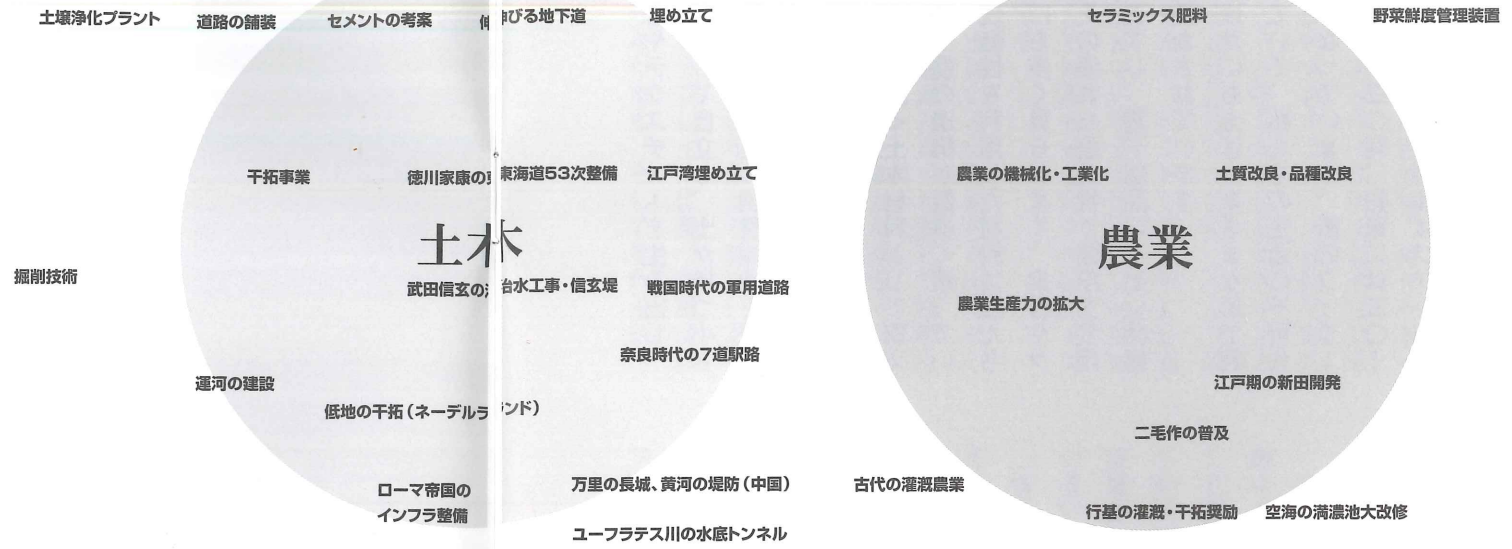


アンコール遺跡修復工事 突き固め



たたきの遺構(四日市潮吹き防波堤)

土泥の利用



参考：INAX BOOKLET「土泥礼讃」

わたしたちの祖先の多くは、かつて自然の洞穴や斜面に掘った横穴に住んでいました。

土を耕し、土で住まいや生活道具をつくり、絵を描き、土と遊びながら、土が育んだ自然の恵みに囲まれて、歴史を刻んできました。

時には、河をせきとめ、城壁をつくって都市を築き、文明を進化させながら。

土は、現代社会でも、医薬品や工業製品の原料として、建築物やその装飾材として、また、絵画や文学など芸術のモチーフとして、わたしたちの生活のあらゆるところに使われています。



* 石田 秀輝 (いしだ ひでき)

東北大学院環境科学研究科教授。株式会社INAXにて取締役技術統括部長、技術戦略委員会・環境戦略委員会両委員長を歴任し、2004年9月より現職。地質、鉱物学をベースとした材料科学を専門とし、1992年より「クローズド生産システム」、1997年から「人と地球を考えた新しいものづくり」を提唱、多くの実践経験をもとに『自然のすごさを賢く活かす』ものづくりのパラダイムシフト実現に国内外で積極的に活動している。

* 土・どろんこ？ はてなノート

百土箱の引き出しでは様々な土の姿をみせていきます。
箱の中に納まりきらない土の姿を紹介するにあたり、土について様々な分野の方にお話を伺い、文章をお寄せいただいています。