

Biochar (炭) の活用

—温室効果ガス排出削減と土壤環境形成—

園木 和典

化石資源由来のCO₂排出量を減らす方策として、再生可能なバイオマス原料からエネルギー、素材、化学品などを生産する「バイオリファイナリー」が活発に研究されている。ただ、バイオリファイナリーには原料となる植物バイオマスの持続的な生産が必須な反面、地球上の陸地面積のうち農地に適した土壤は10%程度に過ぎず、しかも近年、地球温暖化が原因ともいわれる侵食、塩類集積、水不足など物理的、化学的变化による土壤の保水/排水の不良、養分や有機物の減少などで地力は低下し、農地としての活用が難しい状況も多く報告されている。実際、国連環境計画の推計では、農地に適した土壤の25%で土壤劣化が進んでおり、この状況は、バイオリファイナリーの実現に向けたあらゆる研究開発が、持続的な農業生産のための土壤環境形成と同時並行で行われなければならないことを明示している。

劣化土壤の改善策として、本稿では木材、農業残渣、食品残渣など植物性有機物の炭化物 (biochar) の活用を取り上げる。考古学的な調査から発見されたアマゾンの Terra Preta de Indio (インディオの黒い土) が炭化物に由来する炭素を豊富に含み、熱帯の土には乏しいはずのミネラルが多く、植物の生育に適した肥沃な土であることが判明して以来、biocharを活用した劣化土壤の再生について精力的に研究されているのである。

Biocharは土壤の物理的構造や水分・栄養の保持能力を改善し、土壤を肥沃にする¹⁾。また土壤への埋設が、植物が大気中から固定した二酸化炭素を長期間にわたって封じ込めているとみなせるため、CO₂隔離法として有効であると考えられている。そのためbiocharの活用は、土壤改良とともに、温室効果ガス削減の可能性が見込めるとして世界的な注目を集めている²⁾。

なおbiocharの活用法として、土壤への散布、混合のほか、堆肥への混合 (co-composting) も検討されている。co-compostingがよい理由は、土壤中の養分や有機物含量が減ると土壤団粒構造が崩れて土壤が硬くなりやすいため、定期的に堆肥などを施して有機物含量を高め、団粒形成を促すことも地力回復に重要だからである。Steinerらは、窒素を多く含む鶏糞のような原料の堆肥

化にco-compostingが有効であることを報告した³⁾。堆肥化の過程でbiocharはNH₄⁺や尿素のような窒素化合物を吸着してアンモニアの揮発を減らし、土壤中の微生物や植物が利用できる窒素化合物の減少を防ぐという。

ただ、堆肥化は廃棄物系バイオマスを無駄なく活用する有効な手段であるが、その過程で、有機物分解に伴い、CO₂、CH₄、N₂Oといった温室効果ガスが発生する。CO₂はカーボンニュートラルとして考えることができるが、CH₄やN₂Oの温室効果はそれぞれCO₂の20倍、298倍とされており、これらの発生を抑えた堆肥化技術が望ましい。N₂O発生については十分な議論は未だなされていないが、須藤らは、co-compostingによりCH₄の発生が顕著に抑制されることを報告している⁴⁾。

また堆肥化には、微生物による有機物の好気的な分解を促す攪拌 (切り返し) 作業が必要であり、一般的に農業機械が用いられる。その際、化石燃料由来のCO₂が排出されるが、biocharがCO₂隔離ツールとなることを考慮すると、biocharの混合によって、切り返し作業で排出されるCO₂の全部もしくは一部をオフセット (相殺) できる可能性も考えられる。前述のCH₄発生への効果も併せると、co-compostingは、温室効果ガス排出を抑制した堆肥製造技術として期待できる。

以上、biocharに固定された炭素が堆肥や土壤中でどの程度安定なのか、biocharの混合により土壤や堆肥化の微生物活性にどのような変化があるのか、また有機物組成はどう変化するかなど、明らかにすべき課題は多いが、バイオリファイナリーの実現は、植物バイオマスの持続的な生産なくしてはあり得ない。植物育種や糖化反応、バイオプロセスに関する研究開発に加え、biocharを活用した持続的な農業生産のための土壤環境形成に目を向け、異分野のさらなる融合がバイオリファイナリーの実現に向けて大きな役割を果たすだろう。

- 1) Atkinson, C. J. et al.: *Plant Soil*, **337**, 1 (2010).
- 2) Lehmann, J.: *Nature*, **447**, 143 (2007).
- 3) Steiner, C. et al.: *J. Environ. Qual.*, **39**, 1236 (2010).
- 4) 須藤ら：第20回MRS-J学術シンポジウム講演要旨集 (2010).