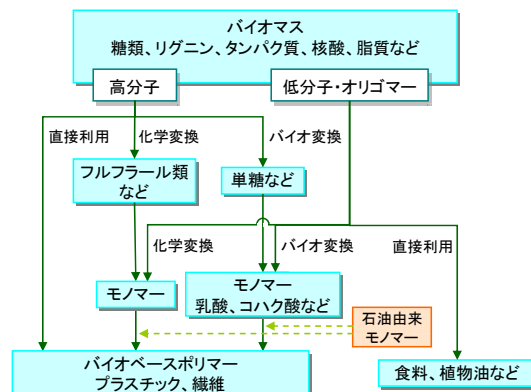


ディビジョン番号	13
ディビジョン名	高分子

大項目	4. 生体・環境関連高分子
中項目	4-2. 生分解性高分子
小項目	4-2-1. バイオベース高分子

概要（200字以内）

バイオベース高分子(BBP)はバイオマスを原料とする高分子全般を指す。BBPは植物により固定化されたCO₂に由来するため、温暖化ガス増加や石油資源枯渇に寄与しないカーボンニュートラル性を備えている。原理的には、生物の代謝産物とその化学変換物質のすべてが、BBPの原料の候補である。代謝産物からの有望物質の選択、その物質の高効率生産法の確立等、解決すべき問題は多いが、持続社会形成のためには必要な材料である。



現状と最前線

バイオベース高分子(BBP)はバイオマスを原料とする高分子全般を指す。BBPは植物により固定化されたCO₂に由来するため、温暖化ガス増加や石油資源枯渇に寄与しないカーボンニュートラル性を備えている。BBPには、キチン等の天然高分子、ポリヒドロキシアルカンサン等の発酵生産高分子のほか、バイオマス由来物質の化学構造を変換して得られる高分子もある。変換は一度とは限らず、また、熱化学的変換と生物工学的変換を組み合わせた環境負荷の少ない新しいプロセスを志向している点を特徴とする。さらに、変換の際に石油由来物質を添加する場合もある。天然高分子、発酵生産高分子は自然界で生産される物質そのものであるため、必ず生分解性を持つが、物質の種類には限りがある。一方、構造変換を経た高分子では、バイオマス依存度が100%を下回ったり生分解性が消失したりする場合もあるが、潜在的に生産可能な種類は無限にある。以下、本項ではバイオマス由来物質から構造変換により高分子材料を得るための方法に焦点を当てる。天然高分子、発酵生産高分子も含めたBBPの応用と普及については「バイオベース/生分解性高分子の応用・普及」の項を参照してほしい。また、バイオベースと表裏一体の性質とも言える生分解性、及び、分解後の再利用=リサイクルについては、「生分解性高分子」「高分子の分解-酵素分解性」の項を参照してほしい。

BBP生産に利用可能なバイオマスには、糖類、リグニン、タンパク質、核酸、脂質等がある。これらの多くは高分子量物質であるが、骨格構造をそのまま利用する場合を除き、高分子量のバイオマスを低分子原料にブレイクダウン後、適切なモノマーに変換し、重合するのが最も効

率の良いBBP生産経路とされる。このうち、モノマー生産では、脂肪族ポリエステル原料となるカルボン酸類、アルコール類の少糖からの発酵生産が有望視され、乳酸(LA)、コハク酸(SA)、リンゴ酸、1,3-プロパンジオール(PD)、2,3-ブタンジオール等の生産が実施、又は、検討されている。これらの物質の化学変換まで考慮すれば、潜在的なバイオベースモノマーの種類はさらに非常に幅広い。

ところで、現在は少糖にはデンプンの工業的酵素分解物が用いられているが、デンプンよりも未利用バイオマス中に多く含まれるセルロースやヘミセルロースを出発原料とするほうが望ましい。高効率な酵素的あるいは化学的加水分解プロセスの開発に期待したい。

糖代謝系による脂肪族モノマーだけでは、高強度樹脂、耐熱性樹脂の製造は困難である。そこで、発酵プロパンジオールとテレフタル酸の重合物であるポリトリメチレンテレフタレート(PTT)のように、バイオベース脂肪族モノマーと石油由来の芳香族モノマーを共重合した部分バイオベース高分子の開発の試みも盛んである。また、バイオマス中にも、必須アミノ酸であるチロシン、ポリフェノールと総称されるフラボノイド類など芳香環を持つ化合物が多数存在する。これらバイオベース芳香族化合物の重合研究も始まっており、耐熱性の高い材料の合成例も散見されるようになってきた。微生物の代謝経路を利用したバイオベース芳香族化合物の発酵生産とともに、今後の展開が期待される。また、セルロース・ヘミセルロースの高温高压処理により生産されるフルフラール類もモノマーへの変換が容易な有望物質であろう。

この他にも、ピルビン酸由来のアクリルポリマー、マンデル酸ポリマー、ポリアスパラギン酸など、バイオリソース由来の高分子が多数検討されている。オイルリファイナリーでは、炭化水素の高い化学エネルギーを背景に、炭化水素から必要物質をすべて得る効率的な物質変換システムが構築されている。これに対しバイオマスリファイナリーでは、酸化の進んだ化学エネルギーの低いバイオリソース群を出発原料とする点では不利であるが、膨大な種類のバイオリソース郡から目的物ごとに適切な出発物質を選択することができる。種類の豊富さと知恵でオイルリファイナリーを超えるバイオマスリファイナリー構築を目指したい。

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
 - バイオプロセスで生産可能な有用モノマーの探索
 - 未利用バイオマスからの基礎化学物質の生産
 - 新規高性能、高機能性バイオベースプラスチックの開発
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - バイオマスリファイナリーの構築

キーワード

カーボンニュートラル、バイオマス、生物代謝産物
化学プロセスとバイオプロセスの融合、バイオマスリファイナリー

(執筆者：吉江 尚子)