

芳香族アミノ酸類縁体を用いた高性能成型材料の開発

育成研究：JSTイノベーションプラザ・サテライト石川 平成19年度採択課題
「芳香族アミノ酸類縁体を用いた高性能成型材料の開発」

代表研究者：〔北陸先端科学技術大学院大学 マテリアルサイエンス研究科 准教授 金子達雄〕



■ 研究概要

芳香族系アミノ酸由来のバイオ分子である多官能性ポリフェノールモノマーを重合して得られる超高分子量ポリエステルと無機フィラーをハイブリッド化することにより、超高耐熱性かつ軽量の成形体を作成しエンジン周りで使用できるレベルのバイオベース樹脂を開発する。

■ 研究内容、研究成果

自動車エンジン周りには比重の大きい（約 1.8）樹脂や金属により構成されている部分が多く、その軽量化は燃費の低減には欠かせない。これらの軽量化・高性能化には芳香環や多官能性基の導入が必要となるが、構造が複雑化すると化学合成法ではコストが嵩むことが障壁であった。一方、芳香族系多官能性分子種であるカフェ酸などは複雑な構造にも関わらず芳香族アミノ酸の二段階以内の酵素反応で得られるので、アミノ酸並みに比較的安価に生産できると見込まれる。そこで、芳香族アミノ酸類縁体であるポリフェノールから高性能で軽量の樹脂を開発することを目標に研究を進めた。その結果、分子量 100 万を超える超高分子量のパラクマル酸/カフェ酸共重合体を合成する条件を明確にし、かつ共同研究企業により kg オーダーで合成出来る方法が見いだされた。同時にこのポリマーとガラスフィラーをハイブリッド化する方法を打ち立てることに成功した。これにより、耐熱温度:300-320℃、力学強度 142MPa、ヤング率 3GPa の性能を持つ木材に似た質感の成形体を得た。また本成形体は自然発泡する性質を持つので高耐熱硬質発泡体としての利用が可能であり比重は約 1.3 と低く抑えることが可能であった。これは、自動車部品の軽量化と環境適応化を同時に満たす極めてオリジナリティの高い材料である。また、従来の天然系樹脂の耐熱性の最高値は 140℃であり本樹脂は著しく高い優位性を示す。以上のように高い性能を示す一つの理由はフェノール基と無機繊維との高い親和性に基づく。例えば、パラクマル酸/カフェ酸共重合体とガラス板との接着強度は最大 9MPa もあり、これがガラスフィラーの補強効果を最大限に高めたものと考えられる。これは他のプラスチックではあまり見られない珍しい物性であるが、金属との複合化が求められるエンジン周りでは有利な性質である。さらに同様の分子設計で光に反応する高分子であるメタクマル酸重合体フィルムを得ることも出来、紫外線照射により屈曲変形する初めてのプラスチックフィルムも開発することができた。以上のように桂皮酸類を積極的に活用した分子設計は本研究のオリジナルであり今後、機能性かつ高性能なバイオ高分子を開発するのに非常に有望であると考えられる。

今後の展開、将来の展望

自動車の軽量化は省エネルギー化において最大の課題であり、自動車エンジン周りで使用できる高耐熱性樹脂の開発が達成出来た場合には大規模な燃料減が期待される。そのためには、現在金属で使用されている部分の一部でも軽量のプラスチックに代替する必要があり、その動きが活発化されている。その中で、新たなバイオプラスチックの活用する場があると考えられる。金属の多くを代替することは難しいことであるが、その一部の代替を検討することから始めることで、将来の大規模な金属代替につながると考えられる。加えて、本研究課題で見いだされた「接着性」および「光機能性」をうまく活用した製品開発を推し進めていきたいと考えている。同時に発泡を利用した新たな軽量化製品開発も目指す所存である。

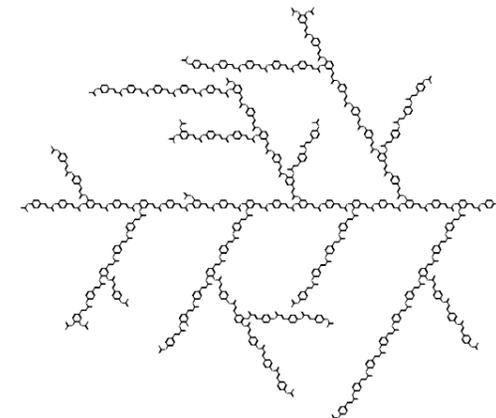


図1 超高分子量パラクマル酸/カフェ酸共重合体の分子構造

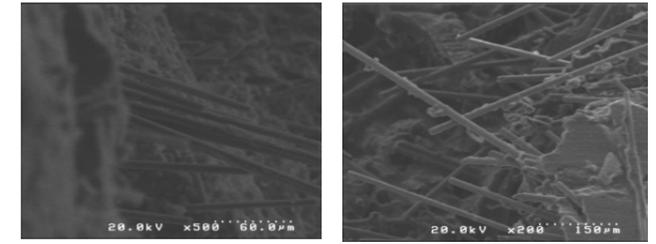


図2 パラクマル酸/カフェ酸共重合体と各種フィラー（左：カーボン繊維 右：ガラス繊維）とのコンジット樹脂の破断面のSEM写真

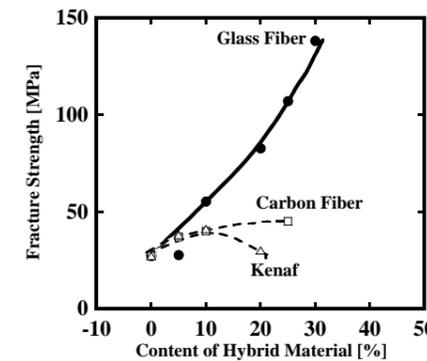


図3 パラクマル酸/カフェ酸共重合体と各種フィラーのハイブリッド体の力学強度のフィラー組成依存性

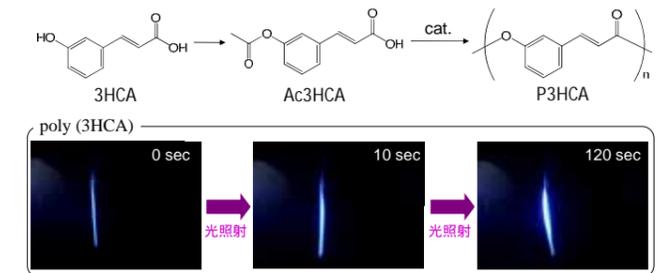


図4 ポリメタクマル酸 (P3HCA) の構造とそのフィルムの光誘起屈曲挙動

■ 研究体制

- ◆ 代表研究者
〔北陸先端科学技術大学院大学 マテリアルサイエンス研究科 准教授 金子達雄〕
- ◆ 研究者
金子大作（北陸先端科学技術大学院大学）、王思乾（北陸先端科学技術大学院大学）、鈴木拓也（北陸先端科学技術大学院大学）、堤規彦（北陸先端科学技術大学院大学）、矢崎克明（北陸先端科学技術大学院大学）、関凱（北陸先端科学技術大学院大学）、松本敬太郎（北陸先端科学技術大学院大学）、Manu Chauzar（北陸先端科学技術大学院大学）、藤原圭（北陸先端科学技術大学院大学）、島田智仁（北陸先端科学技術大学院大学）
- ◆ 共同研究機関
旭化成せんい株式会社

■ 研究期間

平成20年4月 ~ 平成23年3月