

環境調和型バイオベース塗料の開発



企業レポート

水谷 勉*, 山本 哲史**, 宇山 浩***

Development of Environmentally Benign Bio-based Coating

Key Words : Bio-based Polymer, Biomass, Coating, Epoxy

1 はじめに

バイオマスは植物の光合成によって作り出される有機性資源と定義される。石油や石炭などの化石資源には限りがあることと対照的に、太陽と水と植物があるかぎり、持続的に再生できる資源である。バイオマスは食品廃棄物、家畜排泄物、建設発生木材、下水汚泥等の廃棄系バイオマス、稲わら、もみ殻、間伐材等の未利用バイオマス、飼料作物、デンプン系作物等の資源作物に分類される。バイオマスの利用に関するメリットとして、地球温暖化のもと

になる二酸化炭素 (CO₂) を増やさないことと循環型社会の構築に寄与することが挙げられる。

従来の石油リファイナリーから脱皮して、バイオリファイナリーを構築することは地球温暖化問題のみならず、持続可能な社会を構築するために強く求められている。単なる原料変換や廃棄物利用といった視点のみならず、化石資源に依存する社会構造から生じる地球温暖化問題やエネルギーセキュリティに関する問題を解決できる生産体系として期待されている。現在の我が国における石油使用量の中で化学品原料に約 20% が使用されており、その中でプラスチックの需要が最も大きい。そのため、バイオエタノールをはじめとするバイオマスからのエネルギー製造のみならず、プラスチックについても石油リファイナリーからバイオリファイナリーへのシフトが社会的急務である¹⁾。

近年、代表的なバイオベースポリマーであるポリ乳酸については、既存のプラスチックに近い性質を示すことから、ポリプロピレンをはじめとする幾つかの石油由来のプラスチックの代替を目指した用途開発が積極的に検討されてきた^{2,3)}。ポリ乳酸は硬質の結晶性熱可塑性ポリマーに分類されるものであるが、既存のプラスチックには軟質系、アモルファスのものも多く、塗料、接着剤等の重要な工業用途がある。これらの原料として、全世界で年間約一億トン生産されている植物油脂が有望である。

我々はこれらの背景を踏まえ、環境に優しいバイオベースの屋根用塗料の開発に取り組んできた。本稿では、商品化に成功し、平成 22 年 11 月から新たに販売を開始した“バイオマス R”について紹介する⁴⁾。

2 屋根用塗料

屋根用塗料は日本特有のものであり、海外では屋



*Tsutomu MIZUTANI

1956年6月生
京都大学工学部合成化学学科修士課程修了(1983年)、京都工芸繊維大学修士後期課程修了(2006年)
現在、水谷ペイント株式会社 専務取締役技術本部長 博士(工学) 高分子
TEL : 06-6394-3922
FAX : 06-6391-1515
E-mail : es-335td@polyma.co.jp



**Tetsushi YAMAMOTO

1974年11月生
三重大学工学部分子素材工学科専攻修士課程修了(1997年)
現在、水谷ペイント株式会社 技術部係長
TEL : 06-6394-3660
FAX : 06-6391-1515
E-mail : t-yamamoto@polyma.co.jp



***Hiroshi UYAMA

1962年5月生
京都大学大学院工学研究科合成化学専攻修士課程修了(1987年)
現在、大阪大学・大学院工学研究科・応用化学専攻、教授、博士(工学)、高分子材料化学、バイオポリマー
TEL : 06-6879-7364
FAX : 06-6879-7367
E-mail : uyama@chem.eng.osaka-u.ac.jp

根に塗料を塗らない場合が多い。これは屋根を含め、建物の外観を重視する日本人の気風に依るものと考えられている。屋根用塗料は屋外での作業性や塗膜への要求性能等の理由から溶剤系が依然多く用いられる。

水谷ペイントでは、これまで高性能の屋根用塗料を開発・上市してきた。アクリル樹脂をベースとするポリオール（アクリルポリオール）を主剤に選択し、ポリオールをイソシアネートと反応させてウレタン結合で架橋する2液型を採用してきた。さらに近年は、弱溶剤を使用することにより、作業環境や塗装作業性に優れ、溶剤型塗料に比べ臭気が少なく環境負荷の軽減された弱溶剤型屋根用塗料に変更してきた。しかし、このイソシアネートはその毒性のため使用量の低減が望まれていた。

3 バイオベース塗料の開発

“Japan”は日本の国名であるが、先頭が小文字の“japan”は意味が異なり、「漆」、「漆器」のことである。漆工芸は日本を代表する伝統文化と技術の象徴であり、この英単語は漆器が世界的に高く評価されていることを示唆するものである。漆によるコーティング材料は優れた光沢性を有し、その質感は他のいかなる人工塗料も追従を許さない⁵⁾。このように日本には古来から優れたバイオベース塗料が知られている。また、現在の塗料の多くは石油系樹脂が利用されているが、塗料がペンキといわれた時代には植物油脂を原料に使用しており、塗料はバイオベースであった。しかし、性能や乾燥性に問題があったため、石油系樹脂に置き変わった経緯がある。

バイオベースポリマーの代表例であるポリ乳酸は地球温暖化防止に貢献できる環境調和型プラスチックとして広く認知されつつある。しかし、その市場がなかなか拡張しない原因として、既存の汎用プラスチックと比して多くの用途に対して高価格、物性・機能の不足といった課題があり、“エコ”といった視点のみでは商品化が進まないのが現状である。塗料については、バイオベースの新たな塗料の開発が進みつつある。シャープと関西ペイントはエステル化デンプンを主剤とする家電製品のプラスチック部品用塗料を開発した。大阪大学ではバイオベースと共同で多分岐ポリ乳酸をポリオールとするウレタン系塗料を開発している⁶⁾。

我々は価格、物性・機能の両面で現状品と同等以上のバイオベース塗料を開発することで市場に受け入れられると考え、屋根用途をターゲットにして“バイオマスR”を開発した。この新しい塗料の分子設計を図1に示す。アクリルポリオールに植物油脂由来のバイオマスエポキシを導入し、これにより塗料の主剤となるアクリル樹脂にアルコールとエポキシの二つの架橋基を付与した。

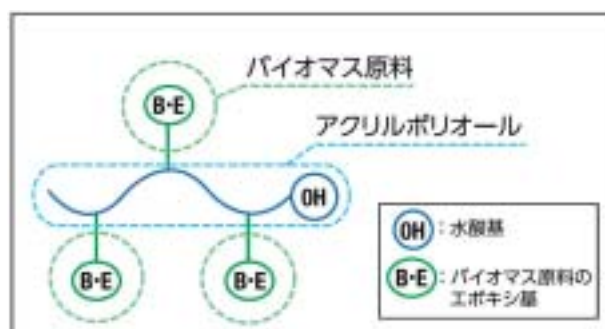


図1 バイオマスRの主剤樹脂の模式構造

既存の石油系エポキシの多くは高い反応性という利点とともに、低い耐候性、毒性といった問題点がある。一方、バイオマスエポキシは耐候性に優れ、毒性も低いというメリットがある半面、反応性は低い。そこで主剤樹脂のアルコールを反応性の高いイソシアネートと反応させて、一定の強度を有する塗膜を得るための架橋反応を速やかに進行させるとともに（図2③）、時間とともに反応性の低いバイオマスエポキシの二次架橋を進行させることで強靱な塗膜を形成させ（図2①）、同時にエポキシにより屋根基材との付着性を向上させた（図2②）。エポ

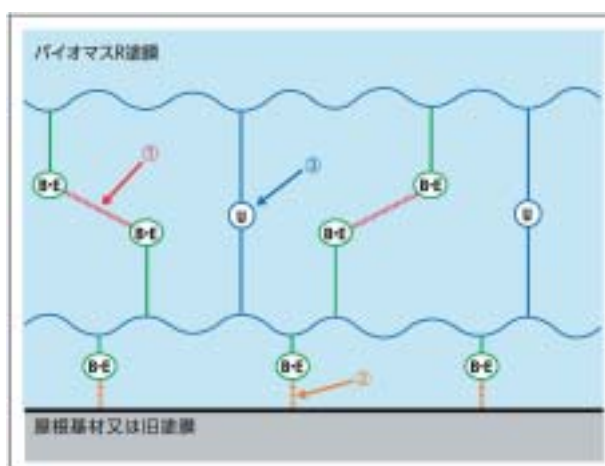


図2 バイオマスRの架橋模式図

キシの架橋によって高い強度を得ることができるためにイソシアネートの使用量の低減が可能となった。イソシアネートは価格も高いため、その使用量の低減により、バイオマスを用いることによる価格の上昇が相殺された。

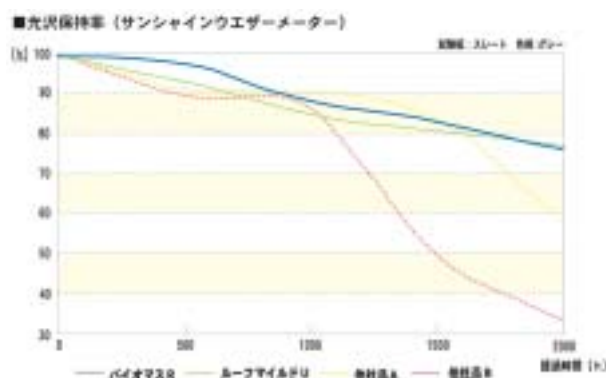


図3 バイオマスRの光沢保持率

図3にバイオマスRの光沢保持率の経時変化を示す。バイオマスRは水谷ペイントの製品（ルーフマイルドU）と同等の耐候性を示し、他社品よりは耐候性が優れていた。この結果はバイオマスRにおけるウレタン結合の形成とエポキシの硬化によるものと推測される。バイオマスRのそれ以外の特長として、バイオマス原料の利用による化石資源の使用量の削減、塗膜の高耐久性、低汚染性、塗替えを含めた幅広い素材への適応性と優れた作業性が挙げられる。バイオマスRで塗装できる代表的な素材は新生屋根材、セメント瓦、乾式洋瓦、金属屋根である（図4）。塗膜の具体的な性能はホームページ

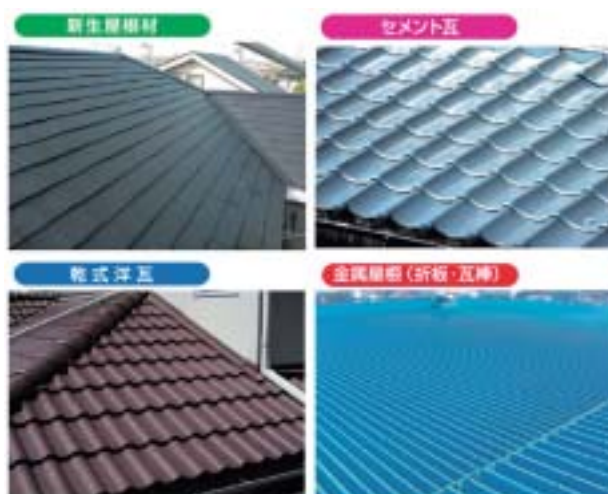


図4 バイオマスRの塗装例

ジを参照されたい⁴⁾。

4 おわりに

今回、開発・上市したバイオベース塗料“バイオマスR”は屋根用であるため、その工業化に伴う二酸化炭素排出の抑制効果は必ずしも大きくないかもしれない。しかし、ポリ乳酸をはじめとするバイオベースプラスチックが既存の石油系樹脂製品に対して価格や性能面で劣るために競争に打ち勝つことが困難である現状に対し、バイオマスRはバイオマスを用いることでの環境面での訴求点のみならず、イソシアネートの使用量を低減することで環境負荷をよりアピールでき、更にバイオエポキシによる基材との密着性の向上や価格面で既存製品と同等であるため、環境調和と性能の両面から市場に受け入れられる製品になると考えている。

筆者の一人である宇山は植物油脂を基盤とするバイオマスエポキシを用いる高分子材料を系統的に研究してきた^{7,8)}。一方、水谷ペイントではバイオベース塗料の開発を目指しつつも、単に環境調和の点からバイオマスを利用するだけでは商品化は難しいと考えていた。最近は産学連携による共同研究・開発が注目されているが、実際には容易でない場合が多い。しかし、筆者の水谷と宇山が同じ研究室の先輩・後輩という間柄からお互いのシーズと水谷ペイントのニーズを踏み込んで議論でき、それにより新製品のコンセプトを練り上げ、その具現化を共同で速やかに実行することができた。更に水谷ペイントの高い機動力から比較的短期間（5年）でバイオベース塗料の製品化に至った。水谷ペイントの自社ニーズから見たバイオマスエポキシの特長の位置付けが今回の製品開発の最大のポイントであり、産と学のお互いのシーズを巧みに融合できた産学連携の良い例と自負している。バイオマスの構造とそれに基づく性質が活かされた点も特筆すべきことであり、今後のバイオベースポリマーの重要な設計指針になるものと思われる。

今後、今回の製品化を端緒にして、塗料分野をはじめとしてバイオマスを積極的に利用した製品開発が進み、高分子の分野から地球温暖化防止に貢献できることを期待したい。我々も今回紹介した技術を更に展開し、環境調和型のバイオベース塗料の開発を引き続き行う所存である。

参考文献

- 1) 地球環境産業技術研究機構編、バイオリファイナリー最前線、工業調査会 (2008).
- 2) 日本バイオプラスチック協会編、バイオプラスチック材料のすべて、日刊工業新聞社 (2008).
- 3) 木村良晴ら、天然素材プラスチック、共立出版 (2006).
- 4) http://www.polyma.co.jp/newproducts/biomass_r/index.html.
- 5) 寺田 晃、小田圭昭、大藪 泰、阿佐見徹、漆ーその科学と実技ー、理工出版社 (1999).
- 6) 宇山 浩、バイオインダストリー、**25(4)**, 68-74 (2008).
- 7) 宇山 浩、生産と技術、**57 (3)**, 39-41 (2005).
- 8) 宇山 浩、塗装工学、**45**, 30-37 (2010).

