

高バイオマス率で生分解性を有する紙用コート剤の開発

Development of biodegradable paper coating agents
with high biomass content

星光PMC株式会社
製紙用薬品事業部 松島 輝幸
山口 翔子

1. はじめに

海洋流出プラスチックごみ問題に端を発した世界的な脱プラスチック化の流れのなか、世界中でレジ袋やプラスチックストロー、使い捨てプラスチック容器といった食品包装関連資材に対し、有料化、製造・販売禁止などの対策が進められている。日本においても 2019 年に策定されたプラスチック資源循環戦略の中で、2030 年までに使い捨てプラスチック 25%削減という目標が掲げられている。

このような取り組みにおいて、現在注目されているのが包装資材の『紙化』である。実際に、海洋プラスチックごみ問題の解決に向け 2019 年に設立された CLOMA (クリーン・オーシャン・マテリアル・アライアンス)でも、5つのキーアクションの1つに『プラスチック代替素材としての紙・セルロース素材の開発・利用』を掲げており、この指針ではプラスチック代替素材として紙・セルロース素材の導入量を 2030 年に年間 10 万トン、2050 年には年間 100 万トンに到達させる事を目標としている。

紙は木を原料としたバイオマス素材であり、資源量が豊富で生分解性を有し、さらにリサイクル可能といった特徴を持つことからプラスチックの代替材料として有力である。しかし、紙はプラスチックに比べて、液体に対する耐性、気体に対するバリア性、また薄膜化や接着性等といった加工適性に課題があり、そのまま包装材に利用することは困難である。また、現在使用されている紙包装材料には、表面にポリエチレンをラミネートしたラミネート紙が多く用いられるが、

後述するリサイクルの問題からプラスチック代替材料としての幅広い利用拡大には課題があると言える。しかし、近年は欧州諸国を皮切りに、紙に水性樹脂を塗工して機能性を付与することでその課題を克服し、紙資材の適用範囲が広がりにつつある。

2. 『SEIKOAT®』シリーズ

当社は、製紙用薬品、印刷インキ用樹脂の開発で培った技術を活用し、様々な観点から脱プラスチック／紙化を推進するための機能性コート剤の開発を行っている。以下に、代表的な製品を示す。

一つ目は『リサイクル』の観点から開発した(スチレン)アクリル系エマルジョンである¹⁾。ラミネート紙は、耐水性、耐油性、ヒートシール性等包装資材として十分な性能を持つが、一般的な製紙工場では禁忌品とされ、リサイクルできないという大きな欠点があった。これに対し、このエマルジョンを塗工した紙は、ラミネート紙と同レベルの諸性能を持ちながら、リサイクルも可能という点を特徴とする。

二つ目は『高バイオマス率 & 生分解性』という観点から開発した、T-EF102、T-EF-103 である(表 1)²⁾。これらは、紙だけでなくコート層も高バイオマス率かつ生分解性とすることで、最大限の環境対応実現を目標とした製品である。性能は紙への防湿性付与に限定されるが、この塗工紙は一般的な紙のリサイクル工程に供せるだけでなく、万が一自然環境に流出したとしても、コート層を含めた大部分が生分解されると期待できる。

これら当社の『環境対応の包装材料になる製品群』を『SEIKOAT®』ブランドと位置づけ、各種製品の開発を通じて地球環境の未来に貢献するため全社的に取り組んでいる。

表 1. T-EF102 および T-EF103 の代表的な性状、バイオマス率と生分解度

	T-EF102	T-EF103
不揮発分[wt%]	40	40
粘度[mPa・s]	150	150
pH	7.5	6.5
バイオマス率(*1)	90%以上	85%以上
生分解度(絶対値)	75%以上	60%以上

(*1) 固形分中に占めるバイオマス素材の割合

本稿では、上述のバイオマス素材を使用したコート剤 T-EF102、T-EF-103 を改良し、防湿性能に加え耐水性能の付与も可能とした SEIKOAT® T-EF104 について紹介する。このコート剤を使用することで、より環境負荷の少ない紙素材によってプラスチックを代替することが可能になると考える。

3. SEIKOAT® T-EF104

3-1. 基本設計

紙素材に防湿性能を付与するには、紙表面上で疎水性の塗膜を形成させる必要がある。そこで各種のバイオマス素材の中から疎水性の樹脂を選定し、また天然に存在する乳化剤を用いて水性エマルジョン化を検討した(図 1)。なお、使用する樹脂や乳化剤は安全性の観点から、世界で広く認知されている

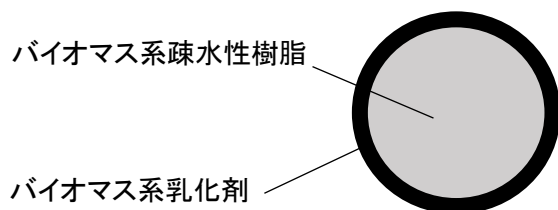


図 1. エマルジョン概念図

米国の FDA(食品医薬品局)の連邦規則集第 21 章(21CFR)§176.170、§176.180 に適合することを基準に選定した。

3-2. 基本物性

表 2 に、開発した SEIKOAT® T-EF104(=以下、T-EF104 と略す)の代表的な性状と、バイオマス率を示した。T-EF104 のバイオマス率は 80%以上と高い値となっている。

表 2. 基本物性とバイオマス率

	T-EF104
不揮発分[wt%]	40
粘度[mPa・s]	200
pH	6.5
バイオマス率(*1)	80%以上
FDA21CFR §176.170	適合
§176.180	適合

(*1) 固形分中に占めるバイオマス素材の割合

3-3. 生分解性

表 3 に、開発した T-EF104 の生分解性を評価した結果を示した。生分解度(絶対値)が 70%以上であり、生分解性を有している。

表 3. T-EF104 の生分解性評価結果

	T-EF104
生分解度 絶対値(%) (56 日)	72.6

<生分解性試験法>

JIS K6950:2000 プラスチック-水系培養液中の好氣的究極生分解度の求め方-閉鎖呼吸計を用いる酸素消費量の測定による方法に準拠、当社測定値(参考値)
使用活性汚泥: 下水活性汚泥 温度 25°C

3-4. 乾燥温度と防湿性能

T-EF104 を紙へ塗工し、その塗工紙の防湿性能の評価を下記条件で実施した。

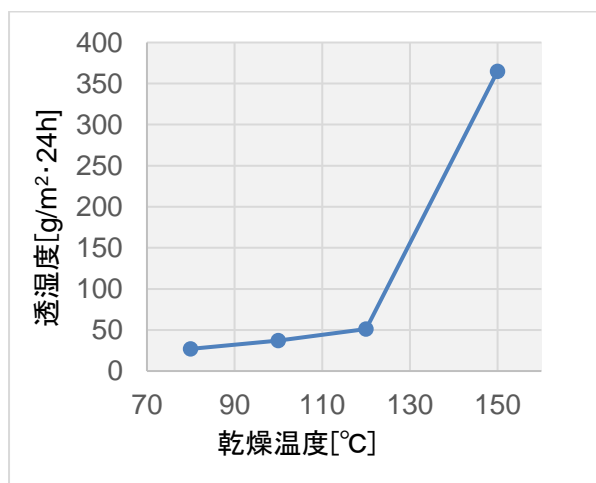
塗工条件:

- 塗工原紙 : 片艶晒クラフト (坪量 50 g/m²)
- 塗工方法 : ワイヤバー、ロッド#10~20
- 塗工量 : コート剤の固形分量で表記
- 乾燥条件 : 80°C~150°C/30 s

透湿度測定方法:

- 防湿包装材料の透湿度試験方法(カップ法)
- 測定時間 24 時間、測定条件 40°C-90%RH

防湿性能の発現には、紙表面上での塗膜形成が重要であるが、この塗膜形成には塗工時の乾燥温度が大きく影響する。図 2 に塗工時の乾燥温度と T-EF104 塗工紙の透湿度の関係を示した。T-EF104 塗工紙は乾燥温度が 120°Cよりも高くなるにつれて防湿性能が低下する傾向にある。これは、過剰な加熱が T-EF104 の紙内部への浸透を促してしまい、紙表面に留まらなくなったことで塗膜の形成性が低下したものと考えられる。T-EF104 を用いて防湿性能を得るには塗工時の乾燥温度を高くし過ぎないことが重要である。



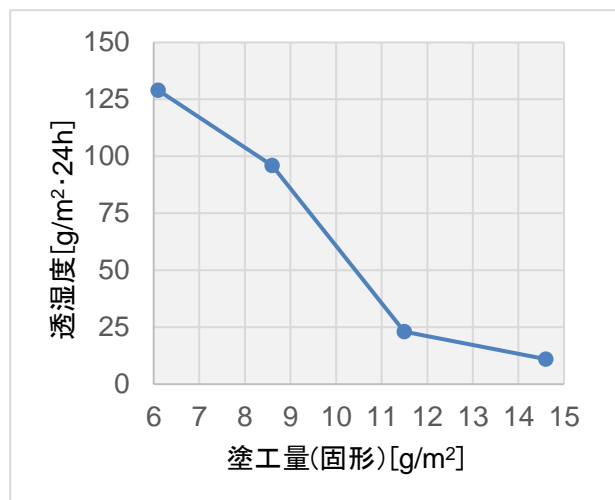
(T-EF104 固形塗工量 11 g/m²)

図 2. T-EF104 の乾燥温度と透湿度の関係

3-5. 塗工量と防湿・耐水性能

T-EF104 の塗工量を変えて紙へ塗工し、その塗工紙の防湿性能・耐水性能の評価を実施した。

図 3 に T-EF104 塗工紙の塗工量と透湿度の関係を示した。塗工量の増加に応じて、防湿性が向上し、11 g/m² 以上の固形塗工量で透湿度 30 g/m²·24h 以下とポリエチレンラミネート並みの防湿性能を示す。さらに塗工量を増やすと固形塗工量 14 g/m² 以上で 15 g/m²·24h 以下の透湿を達成できる。



(乾燥条件 100°C-30 s)

図 3. T-EF104 塗工紙の塗工量と透湿度の関係

図 4 に T-EF104 塗工紙の塗工量と下記条件で測定した耐水性能(コップ法、撥水度)の関係を示した。

耐水性測定方法:

- ・撥水度: JAPAN TAPPI No68 に準拠
- ・コップ法: JIS P 8140 : 1998 紙および板紙—
吸水度試験方法—コップ法に準拠
(塗工原紙の Cobb120 は 23 g/m²)

T-EF104 は固形塗工量 6 g/m² 以上で撥水度 R10 を示し、また固形塗工量 11 g/m² 以上でコップ法にて測定した値が 2 g/m² 以下と高い耐水性を発現する。

4. T-EF102、T-EF103 との比較

表 4 に、当社にて開発した高バイオマス率で生分解性を有する防湿コート剤 T-EF102、T-EF103 との比較データをまとめた。T-EF104 は、T-EF102、T-EF103 よりも高い防湿性能、耐水性能を示す。

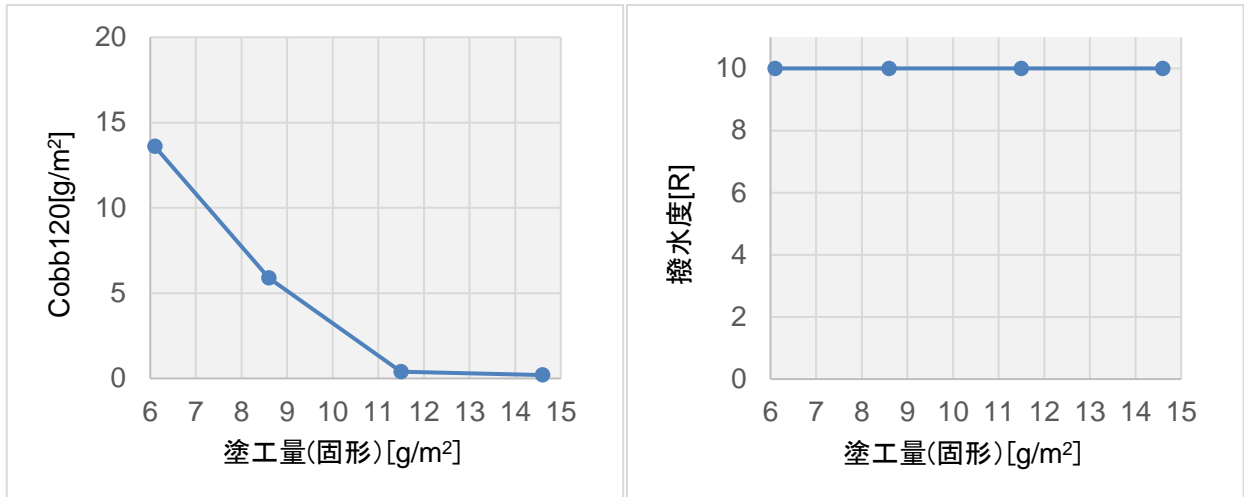


図 4. T-EF104 塗工紙の塗工量と耐水性能の関係(乾燥条件 100°C-30 s)

表 4. T-EF102、T-EF103、T-EF104 のバイオマス率・生分解度と防湿・耐水性能比較

	T-EF104	T-EF102	T-EF103
バイオマス率	80%以上	90%以上	85%以上
生分解度(絶対値)	70%以上	75%以上	60%以上
透湿度[g/m ² ・24h](*)1	30	85	85(*2)
Cobb120	1.0	8.0	2.0(*2)
撥水度	R10	R2	R7(*2)
FDA21CFR §176.170	適合	適合	適合
§176.180	適合	適合	適合

(*1) 固形塗工量 11 g/m² 時の透湿度の値。塗工時の乾燥条件 100°C-30 s

(*2) T-EF103 のみ、100°Cの乾燥条件では防湿性能が十分発揮できないため、造膜助剤を T-EF103 の固形分に対して 5%併用した時のデータ

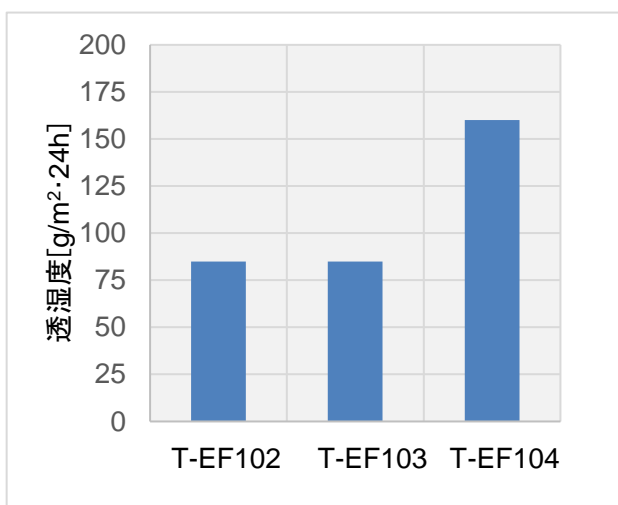


図 5. 無機顔料併用系での透湿度

＜評価条件＞

- ・T-EF シリーズ/無機顔料=1/1(固形分比)
- ・塗工量合計 11 g/m²
- ・乾燥条件 100°C-30 s
- ・造膜助剤をコート剤の固形分に対して 5%併用

一方、T-EF102 および T-EF103 は、安価な無機顔料を併用してこれらコート剤の使用量を抑え、より低コストの塗工処方でも防湿性を発現できるという特徴を持つ。図 5 に、無機顔料としてエンジニアードカオリンを併用した際の透湿度の測定結果を示すが、T-EF104 の防湿性能は無機顔料併用の系では T-EF102、T-EF103 よりも劣る傾向にある。

上記の各品番の特性から、より高い防湿性能、耐水性能を必要とする場合には T-EF104 を、より高いバイオマス率を必要とする場合や、無機顔料を併用する場合には、T-EF102、T-EF103 を選択するなど、目的・使用条件に応じての使い分けを推奨している。

5. 終わりに

本稿では、より環境負荷の少ないコート剤としてバイオマス素材を主に使用し、生分解性を有する紙用のコート剤 SEIKOAT® T-EF104 について紹介した。

T-EF104 は、下記5つの特徴を持つ紙用の環境配慮型コート剤である。

- ・ 固形分中におけるバイオマス素材の割合が80%以上。
- ・ 生分解度(絶対値)70%以上。
- ・ 紙基材に対して固形塗工量 11 g/m² 以上でポリエチレンラミネート並みの 30 g/m²・24h 以下の防湿性能を示す。

- ・ 高い耐水性能を示す。
- ・ FDA21CFR§176.170、§176.180 に適合。

現在防湿性能、耐水性能をより高める製品開発を継続している。更には、その他の機能付与効果(例えばヒートシール性、耐油性)を持つ環境配慮型コート剤の製品開発にも注力しており、順次市場へ提供していく予定である。

世界的な脱プラスチック化の流れのなかで、当社は環境に配慮した機能性薬剤の開発を通じて、脱プラスチック・紙化を推し進め、地球環境の未来に貢献していく所存である。

<参考文献>

- 1) 藤原康史, 紙パルプ技術タイムス, 第63巻(第7号), 15-19頁(2020)
- 2) 松島輝幸, 紙パルプ技術タイムス, 第64巻(第7号), 13-15頁(2021)

研究者プロフィール



星光 PMC 株式会社
製紙用薬品事業部
技術統括部
市原研究所
所長 松島 輝幸
(Teruyuki Matsushima)



星光 PMC 株式会社
製紙用薬品事業部
技術統括部
市原研究所
山口 翔子
(Shouko Yamaguchi)