

高吸水性樹脂

石田豪伸

サンダイヤポリマー(株)研究部主任

[紹介製品のお問い合わせ先]

サンダイヤポリマー(株)

国内営業部 電話 (03)5200-1212

高吸水性樹脂 (Super Absorbent Polymer、以下SAP) は、多量の水を吸水してゲル化し、その吸水した水を保持する機能を有した高分子材料である。1960年ころ、PVA (ポリビニルアルコール) や PEG (ポリエチレングリコール) などの水溶性高分子を架橋した親水性架橋高分子が開発され、園芸用の土壌保水剤などの用途に検討されていた。

しかし、吸水力が自重の10～30倍程度であったため、商業用途には性能不十分であった。さらに研究が続けられ、74年に米国農務省北部研究所が世界で初めて自重の数百倍の吸水力を有するSAPを開発した。その後、三洋化成はコスト、安全性を改良することで工業化に適したSAPの開発を行い、78年に世界で最初に商業生産を開始した。それ以来、SAPは紙おむつやナプキンなどの衛生材料の吸収剤として必要不可欠なものとなっており、衛生材料メーカーによるSAPの需要増に対応してSAPメーカーが相次いで増設を発表するなど、生産量も年々伸びてきている。

一方、用途開発も多岐にわたって進められており、現在では紙おむつやナプキンなどの衛生材料のみならず、農業・園芸、食品・流通、土木・建築、日用雑貨・化粧品

品、ペット関連、メディカル、電気・電子材料分野など、幅広い分野に及んでいる。

本稿では、SAPの主用途であり世界的に普及率が高まっている紙おむつの動向と、SAPの新シリーズとして開発し、2010年より本格販売を開始した『サンウエットSG』シリーズを紹介する。

◇紙おむつの動向

近年、新興国を中心に子ども用紙おむつ、先進国を中心に大人用紙おむつの普及率が世界的に高まっている。これに伴い、紙おむつに対する消費者ニーズも多様化してきている。

一般的な紙おむつの構成を図1に示す。紙おむつはパルプ、SAP、



紙おむつに

トップシート、バックシートなどの部材で構成されている。これらの部材の中ではパルプが最もかさ高くなるため、近年のニーズである紙おむつのさらなる薄型化に対応すべく、紙おむつメーカー各社はパルプ量の低減を進めている。最近では、SAP：パルプの比率が6：4になるなど、高SAP比率の紙おむつも市場に広まっている。

表1 ● SAPの組成例

分類	組成例
合成ポリマー系	ポリアクリル酸塩系、ポリスルホン酸塩系、無水マレイン酸塩系、ポリアクリルアミド系、ポリビニルアルコール系、ポリエチレンオキッド系
天然物由来系	ポリアスバラギン酸塩系、ポリグルタミン酸塩系、ポリアルギン酸塩系、テンブン系、セルロース系

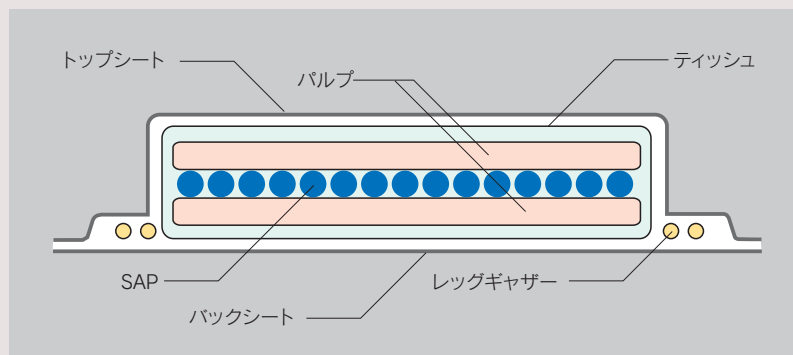


図1 ● 紙おむつの構成例

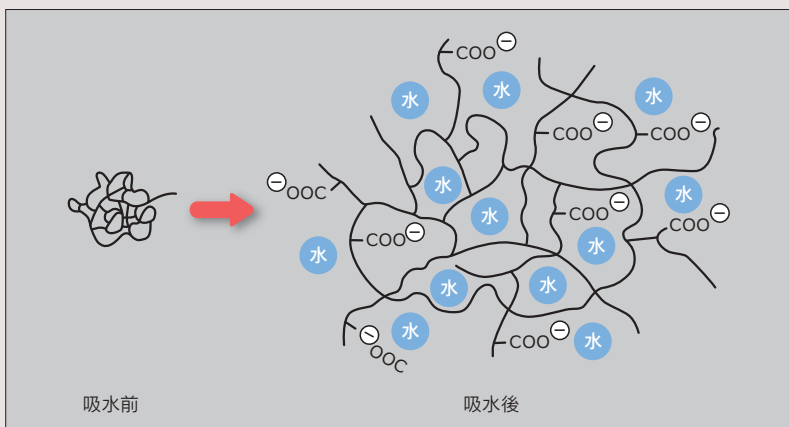


図2 ● SAPの吸水原理

◇ SAPの組成

SAPには種々の組成が検討されてきたが、現在では吸水特性とコスト面からポリアクリル酸塩系ポリマーの架橋体が主流になっている[表1]。当社製品の『サンウェット』シリーズおよび『アクアパール』シリーズも主にポリアクリル酸塩系ポリマーの架橋体である。

◇ SAPの吸水原理

SAPの吸水力は、イオンの浸透圧、高分子電解質の水との親和力、架橋密度で決まり、イオンの浸透圧と高分子電解質の水との親和力は高いほど、架橋密度は低いほど吸水力は高くなる。ただし、架橋密度を低くしすぎると、圧力をかけた場合に水を離しやすくなるた

め、適度に架橋された三次元網目構造を有する必要がある[図2]。

◇ SAPの製造方法

SAPの一般的な製造方法として、水溶液重合法と逆相懸濁重合法がある[表2]。

水溶液重合法には、溶媒として水を使用し、モノマーであるアクリル酸またはアクリル酸とアクリル酸ナトリウムの混合物と、重合触媒、架橋剤などの混合溶液を反応容器中で重合させる断熱式重合法と、連続して動いているベルト上で上記の混合溶液を重合するベルト式重合法などがある。なお、断熱式重合法には、①無かくはん下で低温から重合させる方法と、②混練機などでかくはんしながら

重合させる方法がある。いずれの重合法も得られた重合物を乾燥し、水分を除去したのちに粉碎する。こうして得られたSAPを分粒することで、粒度分布を調整し最終製品を得る。

一方、逆相懸濁重合法は、有機溶剤（通常、ヘキサン、トルエンなどを使用）中でモノマーであるアクリル酸とアクリル酸ナトリウムの混合物と重合触媒、架橋剤からなる水溶液を分散剤によって懸濁させ、それを定温重合(60~80℃)するバッチ式重合法である。重合後、遠心脱水などで大部分の有機溶剤を除去し、さらに乾燥機などで有機溶剤と水を除去してパール状のSAPを得る。

現在では、どちらの重合法でも得られたSAP粒子に表面架橋を施したものが主流となっている。この表面架橋によって、①液を吸ってもゲルブロッキング（高吸水性樹脂粒子どうしが凝集すること）を起こしにくい、②膨潤ゲル弾性率が高くなり荷重下での吸水力が高くなる、③耐吸湿ブロッキング性がよいなどの特長が発現する。

◇ 当社品の特長

当社は三洋化成と三菱化学から、

表2 ● SAPの製造方法

重合法	モノマー	重合触媒	溶媒	形状	その他
水溶液重合法	断熱式重合	アクリル酸またはアクリル酸とアクリル酸ナトリウムの混合物	水 (重合時のモノマー濃度20~50質量%になるように調整)	粉末状	重合を反応管で行う場合は、①無かくはん下で行う方法と②混練機などで重合物をかくはんし、重合熱を除去しながら行う方法がある
	ベルト式重合	アクリル酸とアクリル酸ナトリウムの混合物			モノマーと重合触媒の混合液を連続的に流れるベルト上に乗せ、紫外線を照射または加熱しながら重合する
逆相懸濁重合法	バッチ式重合	アクリル酸とアクリル酸ナトリウムの混合物	有機溶剤 (ヘキサン、トルエンなど) 水	パール状	モノマー水溶液を有機溶剤に分散させるために界面活性剤、保護コロイドを使用 重合時の分散剤種類とかくはん条件が粒径を左右する

高吸水性樹脂

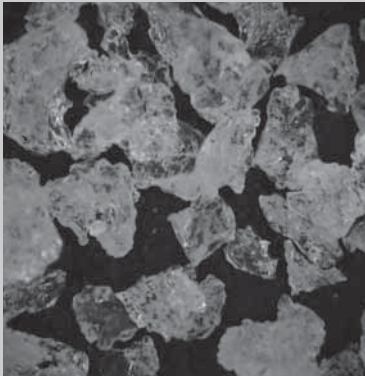


写真1 ●『サンウェット』(粉体)



写真2 ●『サンウェット』(膨潤ゲル)

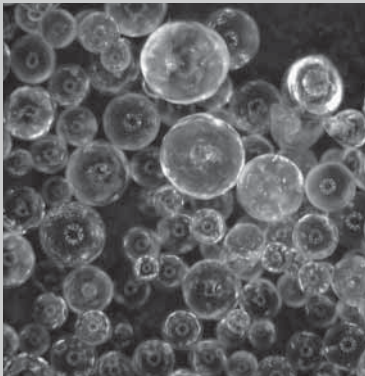


写真3 ●『アクアパール』(粉体)



写真4 ●『アクアパール』(膨潤ゲル)

それぞれ水溶液重合法と逆相懸濁重合法の技術を継承しており、この2つの技術を有するSAPメーカーは世界でも当社だけである。
[水溶液重合法の『サンウェット』シリーズ]

アクリル酸やアクリル酸ナトリウムを用いる重合では、重合時における重合液の初期pHによって、得られるSAPの分子量が左右される。低いpHで重合するほうが高分子量のSAPを得ることができる。したがって、重合時のモノマーとしてアクリル酸を使用するかアクリル酸ナトリウムを併用するかが、大きく分子量に影響を及ぼす。

『サンウェット』シリーズはモノマーとして主にアクリル酸を用いている。得られた重合物を水酸化ナトリウムで部分中和することによってポリアクリル酸塩系ポリマ

ーの架橋体を合成している。その結果『サンウェット』シリーズの分子量はアクリル酸ナトリウムを用いた重合法で製造したものに比べて高いことが特長である。高分子量のSAPは吸水量、保水量が高く、膨潤ゲル弾性率も高いことから特に荷重下での吸水力に優れる。

そのため『サンウェット』シリーズは高い膨潤ゲル弾性率を有しており、紙おむつ全面への液の拡散が良好なため、ゲルブロッキングを抑えることができ、特に液の拡散性を必要とするパルプ使用量が少ない薄型紙おむつに好適である。
[逆相懸濁重合法の『アクアパール』シリーズ]

一般に表面積の大きいSAPは吸水速度が速くなる傾向がある。『アクアパール』シリーズは、パール状のSAP形状を制御することで

表面積を自由にコントロールできる。さらにSAP形状を当社独自の技術を用い多孔質にすることによって、従来の逆相懸濁重合法で得られるSAPと比較して吸水速度をさらに向上させることを可能にした。

表面積の大きい『アクアパール』シリーズは吸水速度が速く、紙おむつ表面のドライ性が要求される大人用紙おむつや血液、軟便などの高粘度液体の吸収に優れていることから、ナプキン用途、軟便対応の紙おむつに好適である。

◇紙おむつのさらなる薄型化で求められる新たなSAPの機能

紙おむつのさらなる薄型化のためにパルプ比率を低くすると、パルプの役割である尿の拡散性が低下する。尿の拡散性に優れる『サンウェット』シリーズを使用した場合でも、これまで以上にパルプ比率が低くなると吸収時にゲルブロッキングが起こりやすくなり、尿の拡散性が低下する[図3]。そこで、紙おむつ中のパルプ比率が低い場合でも、紙おむつ中の尿の拡散性を維持し、尿を繰り返し吸収して、長時間使用できるよう対応するためには、SAPの機能として尿の拡散性をさらに高めることで、紙おむつの広範囲で尿を吸収させ、尿の有効吸収量を増やすことが必要となる。

そこで、当社は『サンウェットSG』シリーズを開発した。

◇『サンウェットSG』シリーズの開発コンセプト

このパルプ比率の低減による尿の拡散性低下の課題を解決するために開発した『サンウェットSG』シリーズのコンセプトは以下のとおりである。まず、SAPの組成設

高吸水性樹脂

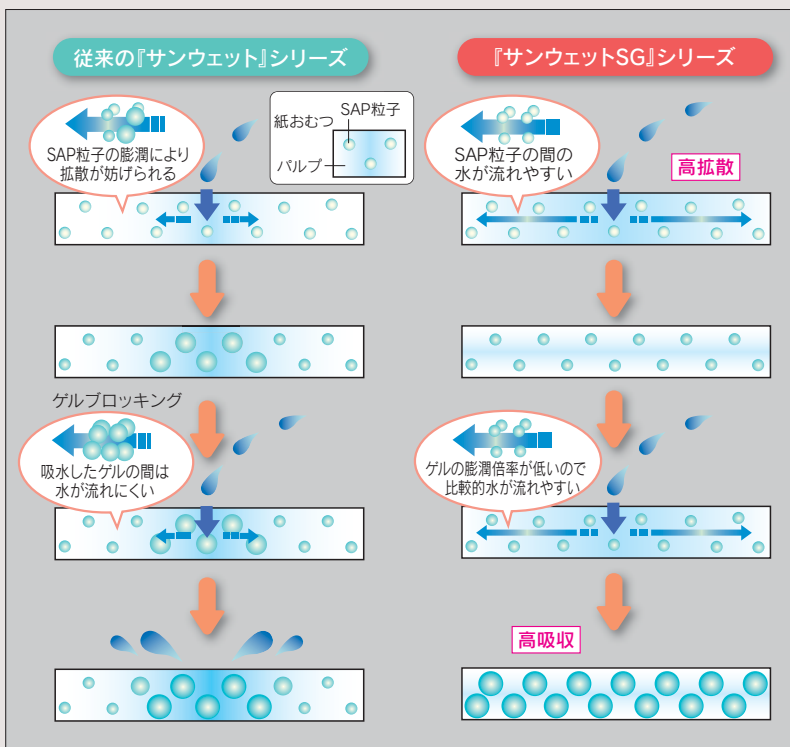


図3 ●パルプ比率が低い場合での紙おむつの吸収イメージ

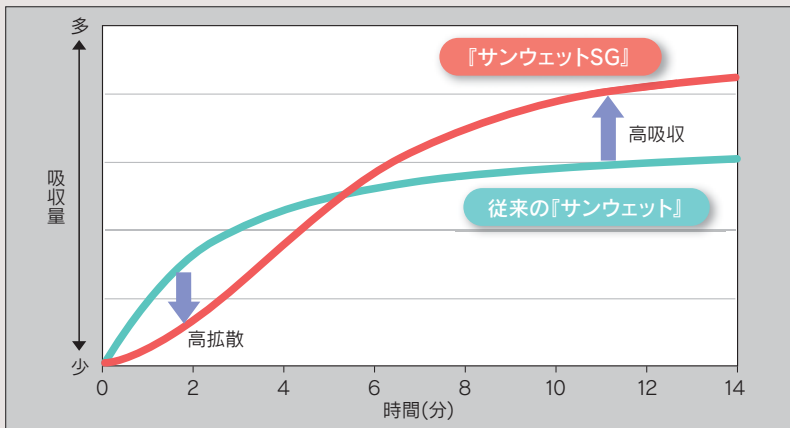


図4 ●『サンウェット SG』シリーズの吸収速度のイメージ

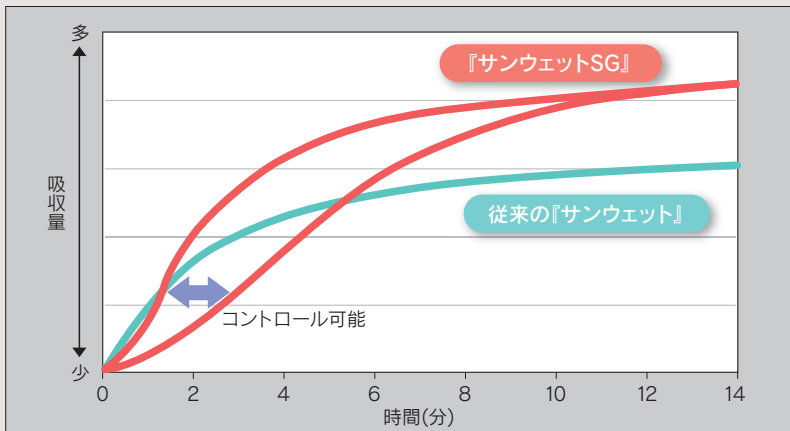


図5 ●『サンウェット SG』シリーズの吸収速度パターンコントロールイメージ

計を工夫し、SAPの尿に対する初期吸収速度を遅くすることで、紙おむつ中で尿を拡散させる。その後、後期吸収速度を速めることで拡散させた尿を急速に吸収する[図3、4]。これにより、パルプ比率が低くなった場合でも『サンウェットSG』シリーズを使った紙おむつは拡散した尿を広範囲で吸収できる。

この結果、従来に比べて紙おむつの有効吸収量が1割以上増えており、長時間使用（繰り返しの尿の吸収）にも優れている。

◇『サンウェットSG』シリーズの市場性と今後の計画

『サンウェットSG』シリーズは、薄型化のニーズが続いている紙おむつに最適なSAPである。世界のSAP需要量はますます伸びることが予想され、かつ、紙おむつの薄型化による省資源化のニーズも強まってきており、今後は『サンウェットSG』シリーズの需要は伸びると予測している。

『サンウェットSG』シリーズは、初期および後期の吸収速度パターンをコントロール[図5]することが可能であるため、紙おむつメーカー各社の紙おむつ設計に自由度を与えることができるだけでなく、さらに薄型化した紙おむつの吸収量向上も図ることができる。当社では『サンウェットSG』シリーズのさらなる高性能化を図り、薄型紙おむつ用のSAPとして、市場のニーズに応えていく。

参考文献

- 1) 増田房義『高吸水性ポリマー』共立出版
- 2) 『WEB Journal』No.115-2010 (WEB増刊)