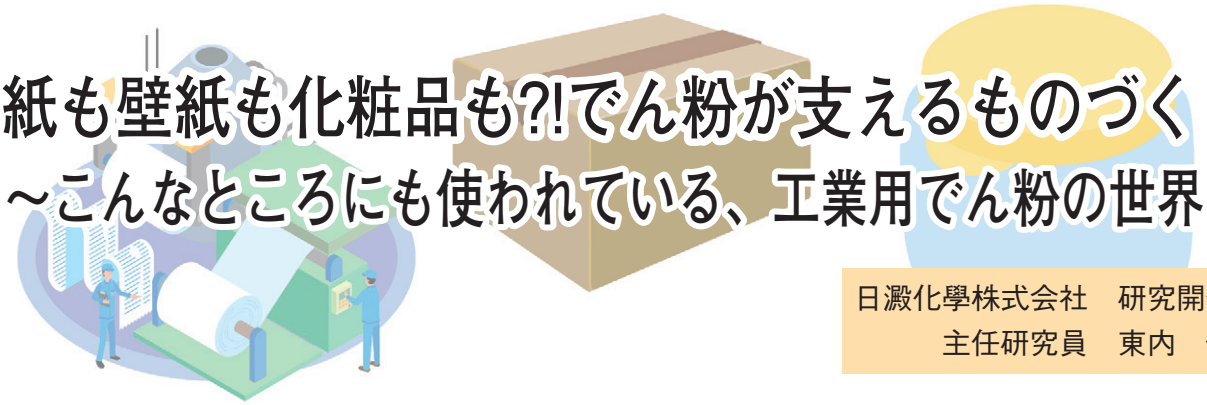


紙も壁紙も化粧品も?!でん粉が支えるものづくり
～こんなところにも使われている、工業用でん粉の世界～

日澱化學株式会社　研究開発室
主任研究員　東内　健一

はじめに

でん粉は、私たちの生活において、欠かせない存在の一つです。食品としてのエネルギー源であるとともに、その特性を生かして、調理の際のとろみ付けや食感の改良といった目的でも幅広く利用されています。さらにでん粉は、食品だけでなく、工業品や化粧品など意外な用途にも活用されています。本稿では、普段から目にしていても、なかなか気付きにくい、工業・化粧品分野で利用されているでん粉の用途についてご紹介したいと思います。

1　でん粉とは

でん粉は、ぶどう糖が鎖状につながったアミロースと、枝分かれ構造を持つアミロペクチンで構成されています。

さまざまな植物が光合成を経て、水と二酸化炭素からでん粉を生成しますが、起源となる植物の種類によって、でん粉の特性は大きく異なります。この特性の違いを利用して、でん粉は、それぞれの強みに合った用途で活用されています。

主なでん粉の特徴を表１にまとめました。

表１　主なでん粉とその特徴

名称	コーンスターチ（地上でん粉）		
のりの物性	糊化温度　やや高	のりの粘度　中	のりの安定性　中
用途	糖化原料と製紙・段ボールなど工業用途と他各種食品用途、加工でん粉原料など		
特徴など	安価であり国内における生産量と使用量が他のでん粉と比較して圧倒的に多い ほぼ100%アミロペクチンのワキシー種やアミロース50%以上のハイアミロース種もある		
名称	ばれいしょでん粉（地下でん粉）		
のりの物性	糊化温度　低	のりの粘度　高	のりの安定性　やや低
用途	加工でん粉原料、水産練り製品、片栗粉、糖化原料、オブラートなど		
特徴など	粒子径が非常に大きい のりの透明性や保水性、粘着性、曳糸性も高く、他のでん粉にない特徴が多い		
名称	かんしょでん粉（地下でん粉）		
のりの物性	糊化温度　中	のりの粘度　やや高	のりの安定性　中
用途	糖化原料、和菓子や春雨といった食品用途や加工でん粉原料など		
特徴など	地下でん粉の中では糊化温度が高い のりのテクスチャーはショートで、地下でん粉ではあるがコーンスターチに近い		

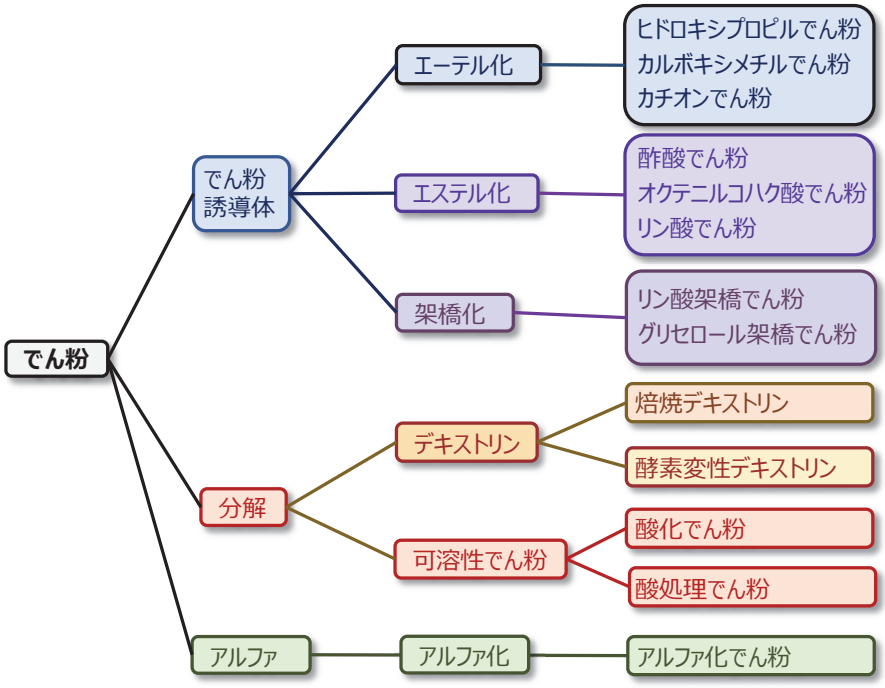
名称	タピオカでん粉（地下でん粉）		
のりの物性	糊化温度　やや低	のりの粘度　やや高	のりの安定性　高
用途	製紙・接着剤など工業用途と冷凍食品・製麺など食品用途、加工でん粉原料など		
特徴など	キャッサバ芋のでん粉　コーンスターチに次ぐ生産量で東南アジアで生産される タピオカパールの原料、わらび餅やくず餅などにも多く用いられる		
名称	小麦でん粉（地上でん粉）		
のりの物性	糊化温度　高	のりの粘度　低	のりの安定性　やや高
用途	製紙・繊維・接着など工業用途と水産練り製品などの食品・加工でん粉原料など		
特徴など	粒子径の大きな粒子と小さな粒子が混在している 文化財の修復で使用される「古糊」の原料でん粉		
名称	コメでん粉（地上でん粉）		
のりの物性	糊化温度　中	のりの粘度　低	のりの安定性　やや高
用途	化粧品用途や食品用途、打ち粉や加工でん粉原料など		
特徴など	粒子径が非常に小さく、粒子ごとの径の差も小さく揃っている 他のでん粉と比較して高価である		

資料：筆者作成

でん粉は、水を加えて加熱することで増粘し、のり液となります。一般的には、このでん粉のりの状態で利用されますが、時間の経過とともに白濁したり、ゲル状に固まってしまったりすることがあります。

また、でん粉のりは粘りが強く、酸やせん断力に弱いといった欠点もあります。これらの欠点を補うため、でん粉に物理的、化学的処理を施したものが加工でん粉です。代表的な加工でん粉の分類と特徴を図１、表２にまとめました。

図１　代表的な加工でん粉の分類



資料　筆者作成

表２　主な加工でん粉とその特徴

主な加工でん粉	加工方法	付与される性質・特徴
でん粉誘導体 （エーテル化/エステル化）	でん粉の分子に特定の成分を結合させる	でん粉のり液の透明性や安定性が向上する
でん粉誘導体（架橋化）	でん粉の分子同士を結び付ける	耐熱性や耐せん断性（かき混ぜる力への強さ）が向上する
デキストリン	でん粉を酸とともに加熱して分解、または酵素で加水分解する	冷水にも溶けやすく、高濃度ののり液を調製できる
酸化でん粉/酸処理でん粉	でん粉に酸化剤を作用させる/酸で加水分解する	分散性が良く、低い温度でも溶けやすい
アルファ化でん粉	でん粉のりを急速乾燥させる	冷水に分散させることで容易にのりの状態を再現できる

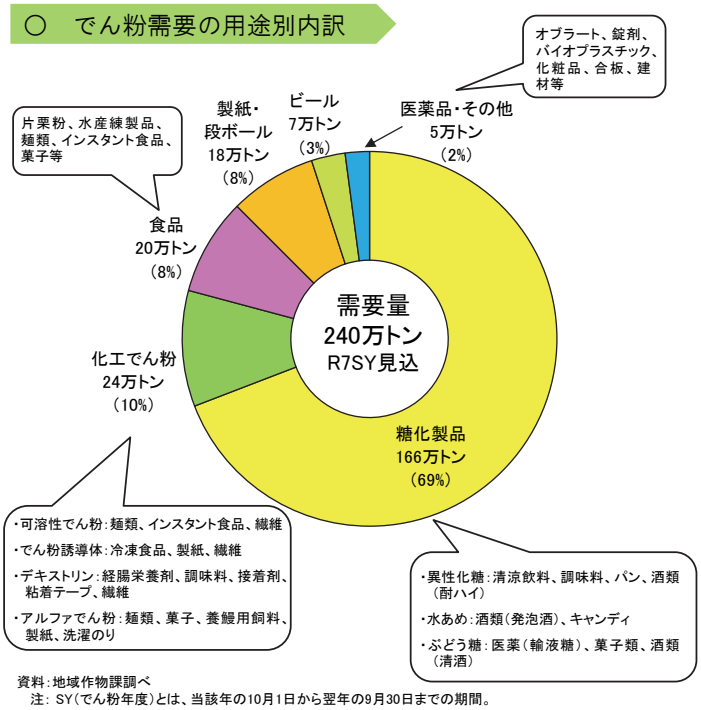
資料：筆者作成

これらの処理は、複数の加工を組み合わせることができるため、それぞれの加工の特徴を併せ持った加工でん粉を製造することも可能です。

２　工業用としてのでん粉の用途

加工でん粉は、食品用途としての利用はもちろん、工業用途としても広く利用されています（図２）。どのような用途に利用されているのか、早速見ていきましょう。

図２　でん粉の用途別需要



資料：農林水産省 農産局地域作物課 令和８年９月「砂糖・でん粉をめぐる状況について」

（1）製紙用途

でん粉の工業用途として最も多いのは、製紙用途と（2）でご紹介する段ボール用途であり、この二つの用途で、総でん粉使用量の８％を占めます[1)]。

製紙用のでん粉は、主に紙の原料に加えて強度を高めたり（内添用途）、紙の表面を加工してインクのにじみを抑えたり（表面サイズ剤）、紙の表面を滑らかにし、文字や写真をより鮮明に印刷する（塗工剤）ために使用されています。

でん粉以外の材料も使われますが、でん粉は他の材料と比較して安全性や生分解性が高く、紙のリサイクルが容易といった特長があります。

内添用途では、紙をすく工程に入る前のパルプ懸濁液にでん粉のりを添加することで、パルプ同士の接着剤として働き、強度アップやパルプ、填料（紙の白さを高める材料）の排水への流出を防止する効果があります。

また、パルプはマイナスの電荷を持っていますので、プラスの電荷を導入したカチオンでん粉を使用することで、よりパルプの結合を強めることができます。

サイズ剤は、紙のインクじみの防止や強度向上を目的として添加する薬品です。

表面サイズ剤は、でん粉などを紙に塗工することで効果を発揮しますが、高速塗工でもむらなく均一に仕上げるためには、サイズ剤は低粘度である必要があります。そこで、サイズ剤用途のでん粉には、粘度を落とした酸化でん粉が通常使用されています。

ポスターやカレンダーなどの紙は、白色度が高く、表面が滑らかで、鮮明に印刷することが可能です。この紙は塗工紙と呼ばれ、表面にはクレーや炭酸カルシウムといった顔料が塗工されていますが、顔料はそのままの状態では紙に付着することができません。そこで、顔料と紙、もしくは顔料同士をつなぐバインダーとして、でん粉が使われます。塗工剤用途でも、高濃度で低粘度ののりであることが求められるため、サイズ剤用途と同様に酸化でん粉が使用されています。

（2）段ボール用途

段ボールは、波状に成形した中芯の表裏にライナー紙（平らな紙）を接着した紙製品ですが、この接着剤としてでん粉が使われています。

でん粉を原料とした接着剤は、中芯の波形の頂点部分に塗られます。この中芯をライナー紙と重ねて熱と圧力を加えると、でん粉が糊化（のり状になること）して乾燥し、強い接着力を発揮します。この強い接着力によって、短時間で大量の段ボールを製造することが可能となります。でん粉は、接着剤として高性能なだけでなく、リサイクルも容易であるため、段ボールの接着剤にはでん粉（主にコーンスターチ）が主体で使用されています（写真１）。



写真１　段ボール断面

資料：日澱化學株式会社

注：波状の中芯と表裏の紙の接触点のみの接着ですが、強力な接着力のため簡単には剥がれません。

（3）接着剤用途

でん粉はまた、さまざまな用途の接着剤に利用されています。

まず、身近な文具用のりとして、コーンスターチやタピオカでん粉、加工でん粉に強いアルカリ（水酸化ナトリウムなど）を加えて糊化させた工作用のりがあります（写真２）。一般的な液体のりやスティックのりには、主成分として合成樹脂が使用されますが、近年は加工でん粉を原料としたものも販売されています[2)]。



写真２　でん粉工作用のり

資料：日澱化學株式会社

ガムテープと言えば、通常は片面に粘着剤が塗布されている紙または布の粘着テープを想像されると思いますが、本来は、切手のようにのりが塗布された面を水で濡らし、のりを再活性化させた状態で貼り付ける紙テープのことをガムテープと呼びます。そして、この本来のガムテープの接着剤に使用されているのが、でん粉を加水分解したデキストリンです。ガムテープには、使用時にテープを水で濡らす専用の器具が必要なことから、主に業務用の梱包材に使われており、あまり身近に手に入るものではありません。

しかし、粘着テープと異なり、水に溶けない粘着剤や剥離剤を使用していないため、テープが付着したままでも再生紙としてリサイクルできるという大きな特長があります（写真３）。

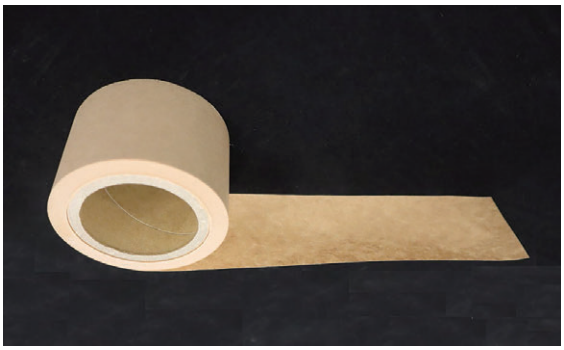


写真３　再湿ガムテープ

資料：日澱化學株式会社

注：写真のように水で濡らしていない状態では、指で触れてもベタベタ感がありません。

（４）建築資材用途

建築資材にもでん粉が使われています。ここでは、内装として目にとまりやすい石膏ボードと壁紙に使われているでん粉についてご紹介します。

壁の下地材として用いられる石膏ボードは、石膏の両面を板紙で巻いて、板状に成形した建材です。水と石膏が混ざり合ったスラリーにでん粉を加えることで、石膏と板紙の接着がより強力になり、石膏ボード自体の強度も向上します。この用途では、酸化でん粉やアルファ化でん粉などがよく使用されます。

壁の内装仕上げ材として用いられる壁紙を貼り付けるための接着剤にも、でん粉が使われています。内装の接着剤や建材などに含まれるホルムアルデヒドなどの発散が原因で発生するシックハウス症候群が大きな問題となったことがありましたが、でん粉であればこれらの物質を含まないため、安心して使用することができます。この壁紙の接着剤としてのでん粉には、安定性を改善させるためのエーテル化・エステル化と、塗布性を改善させるための架橋化を組み合わせた加工でん粉が主に使用されます。その場で水で溶かして使用する壁紙のりには、アルファ化加工でん粉が使用されています（写真４）。



写真４　でん粉接着剤を用いた壁装の貼付

資料：日澱化學株式会社

（5）グラスファイバー用途

グラスファイバーは、高温で溶かしたガラスを太さ４～25マイクロメートルの繊維状に成型した素材です。繊維強化プラスチックの補強材として、また、布状に織り上げたものはプリント基板の材料など、さまざまな用途に用いられています。このグラスファイバーを数十～数百本束ねて糸状に成形するための集束剤として、でん粉が使われています。ガラス繊維の集束剤は、最終的には高温で焼き飛ばすことで除去されますが、でん粉は熱分解されやすく、二酸化炭素と水になるため有害なガスを発生しないというメリットがあります。この用途では、でん粉の皮膜性が良好であるアミロース含有量の高いハイアミロース種のコーンスターチを原料とした加工でん粉が多く使用されます（写真５）。

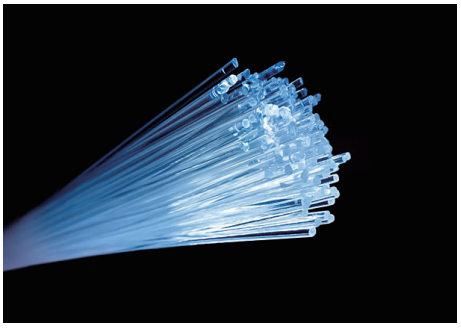


写真５　グラスファイバー

資料：日澱化學株式会社

（6）化粧品用途

でん粉は、感触改良剤や増粘剤などとして化粧品にも利用されています。

今回は、でん粉から作られる「ヒドロキシプロピル-β-シクロデキストリン（HP-β-CD）」という素材をご紹介します。

この素材には、

１）香りの成分を素材の内側に取り込む作用（包接）、

２）水にとけにくい成分を水になじませる作用（可溶化）、

３）取り込んだ成分を少しずつ放出する作用（徐放）

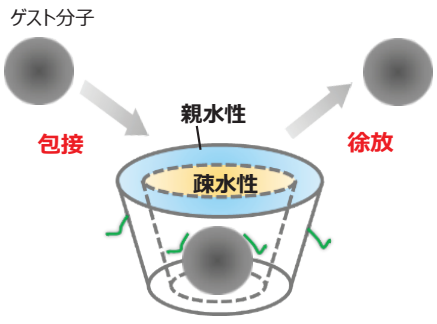
―という特性があります。

この素材は、七つのグルコースが輪のようにつながったドーナツ状の構造をもつβ―CDから誘導される素材で、外側は水になじみやすく、内側は油のような水になじみにくい成分を取り込むことができるといった特性を持っています。

この特性を利用すると、例えば化粧品では、水に溶けにくい香料の成分をそのドーナツ状の構造の内側に取り込み、化粧水や乳液になじませることができ、その香料を徐々に放出することで、香りを楽しめるようになります。

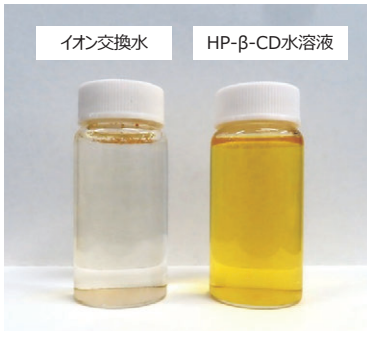
また、嫌なにおいの原因となる物質を素材の内側に取り込むことで、においを抑えることができ、消臭用途にも活用されています（図３）。

図３　HP-β-CDによる疎水性成分の包接・徐放・可溶化のイメージ



HP-β-CDの構造と、ゲスト分子の包接・徐放のイメージ図

資料：筆者作成



HP-β-CDによるクルクミン（油溶性成分）の可溶化

（7）その他の工業用途

紙面の都合上、ここでは用途の紹介にとどめますが、織物のサイジングのり（糸に付着させ、糸の強度を高める）、鋳物（いもの）や砥石、線香などの粘結剤、紙器や紙管の接着剤、マンガン乾電池のセパレーター（プラス極とマイナス極が触れ合ってショートするのを防ぐ仕切り材）に塗布する電解液の保持剤などといった、さまざまな工業用途で、でん粉が使用されています。

3　でん粉の持つ可能性と今後の展望

これまでは工業用途でででん粉が使われていた分野が、合成系材料の高性能化・生産コスト低減化によって、合成系材料に置き換えられてきた例が少なくありませんでした。

しかし、現在では、環境負荷の高い合成系材料から、環境配慮型材料であるでん粉をはじめとする天然系材料へ回帰しようとする流れが起きつつあります。一例として、加工でん粉を併用したフッ素フリー耐油剤が報告されています[3)]。

また、でん粉にグリセリンなどの可塑剤（材料を柔らかくする成分）を配合して熱のみで糊化する性質を付与した熱可塑性でん粉は、生分解性プラスチックやホットメルト接着剤の材料として開発が進められています。

生分解性プラスチックは、使用後に微生物の働きで分解される環境配慮型素材として注目されています。

ホットメルト接着剤は加熱すると溶け、冷却すると短時間で固まる接着剤で、近年は脱プラスチックや環境負荷低減への関心の高まりを背景に、再生可能な植物資源であるでん粉の活用が期待されています。

おわりに

でん粉は、焼却処理されると二酸化炭素を排出しますが、これはもともと空気中に存在していた二酸化炭素を植物が光合成するときに取り込んだものです。そのため、実質的な二酸化炭素排出量はゼロとみなすことができ、でん粉はまさに“カーボンニュートラル”な素材だといえます。

近年、脱炭素化や持続可能な社会を目指す動きが広まる中、日本も2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする“カーボンニュートラル”を目標に掲げています。“カーボンニュートラル”な素材であるでん粉は、今後さらに注目され、食品以外の分野においても活躍の場を広げていくことが期待されます。

【参考資料】
1）農林水産省「砂糖・でん粉をめぐる状況」
2）日本応用糖質科学会「澱粉の辞典」朝倉書店 p.332
3）柴田俊ら（2022）「紙パ技協紙」76（11），pp.979-982