

イノベ 見て歩き

連載：第7回

アスファルト舗装の寿命を延ばす デンプン由来の有機溶媒用ゲル化剤

岩浦 里愛

Iwaura Rika

農業・食品産業技術総合研究機構
食品研究部門 上級研究員
2020年～22年 A-STEP 研究責任者

社会実装を目指す研究開発の現場を訪ねる「イノベ見て歩き」。第7回は、デンプン由来の有機溶媒用ゲル化剤を、真夏の高温下でもアスファルト舗装の硬さを保つための改質剤として利用し、アスファルト舗装の寿命を延ばす道を探る農業・食品産業技術総合研究機構の岩浦里愛上級研究員を紹介する。

新物質の用途開拓を模索 「雑談」から道路に着目

1960年代から研究学園都市として開発が進んできた茨城県つくば市。「西の富士、東の筑波」と称される筑波山を望む市内には、物化生地の教育・研究機関が拠点を構えており、技術社会実装やSDGsの推進など、次代を見据えた研究開発が行われている。その中で、市の南西部に位置し、1700名超の研究者を擁する農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）は、農業・食品産業分野における国内最大の研究機関だ。このほど、同機構の食品研究部門にて、デンプンで日本のインフラを支えるプロジェクトが発足した。

デンプンは炭水化物、インフラは社会基盤。普通に考えれば、接点は全くない。この2つを結びつけ、インフラの長寿命化に一役買おうとしているのが、農研機構の岩浦里愛上級研究員だ。デンプンは同機構の得意領域。岩浦さんも、デンプンから糖質の1つである「1, 5-アンヒドロ-D-グルシトール（AG）」を製造する技術を持つデンプン製品メーカーのサナス（鹿児島市）と

共同で、その技術を生かした商品開発に取り組んできた。

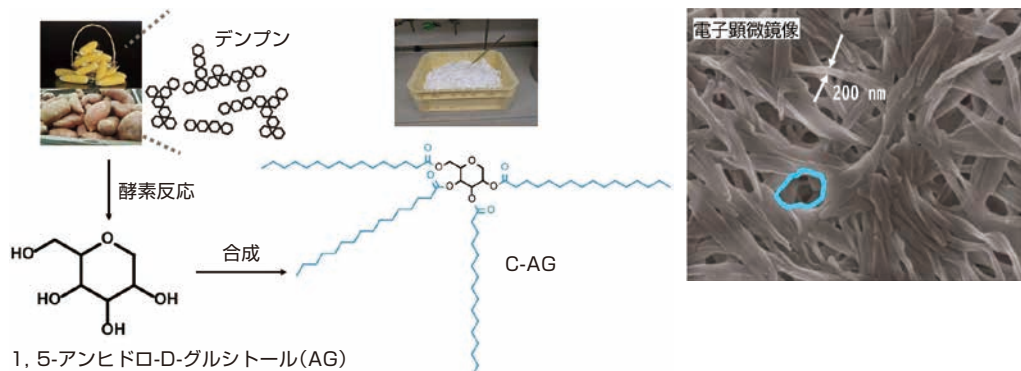
岩浦さんらのグループでは、これまでにAGに脂肪酸を連結した「C-AG」という新物質の合成に成功している（図1）。「C-AGは多種多様な有機溶媒を包み込み、その粘度を高めるオイルゲル化剤としての機能があります。さらに製造が容易で生体への毒性が低く、ゲル化の工程は100度以下の低温であるという強みも持っています。化粧品や医薬品の増粘など、幅広い用途が見込めるのです」とC-AGの魅力を熱く語る。

2020年にJSTのA-STEP事業への応募を検討していた岩浦さんは、C-AGの用途開拓に向けた共同研究者を探していた。その過程において着目したのが、道路舗装に用いるアスファルトの改質剤としての利用であ

る。原油の蒸留残留物であるアスファルトは通常は高粘度だが、高温になると流動性が高まる。道路舗装などにおいて、骨材同士の接着剤の役割を担っているが、強い日差しで路面の温度が高まると、その流動性が再び高まり、路面が柔らかくなってしまふ。そこを車両が通ると車輪の跡がでこぼこに残るため、平滑を保つための修繕工事が行われている。

岩浦さんがアスファルトとその課題に目を向けるようになったのは、コロイドや界面に関連する学術研究者の国際的な集まりでの出会いがきっかけだ。そこで、C-AGのゲル化について発表した後に、アスファルト舗装の関連企業の社員と話す機会があった。「雑談の中で、アスファルトはコロイドの一種で機能向上のために界面活性剤を用いる、と聞きました。

図1 C-AGとC-AGゲルの構造



C-AGは、デンプンから得られる1,5-アンヒドロ-D-グルシトールと脂肪酸を原料とする。合成が容易な上、溶液の粘度の調整も可能だ(左)。C-AGから製造したゲルは繊維構造を形成し、繊維の隙間(青枠内)に溶媒を包み込むことでゲル化する(右)。

図2 C-AG添加アスファルトの接着性実験



ビー玉を用いたアスファルト接着の模擬実験では、無添加アスファルトでピラミッド状に接着したビー玉は、60度のホットプレート上に置くと徐々にアスファルトが柔らかくなり、40分後にピラミッドが壊れてしまった(右)が、C-AG改質アスファルトで接着したピラミッドは形を保っており、耐流動性が向上していることを確認した(左)。

研究対象として、初めてアスファルトに親近感がわき、界面活性剤のようにC-AGを機能向上のために利用できないか、と思いつきました。

A-STEPで環境面の課題に挑む キロ単位の試料調達に難航

従来、アスファルトの改質剤はアスファルトと混ぜ合わせることで耐流動性を高め、日差しが強いときでも路面が柔らかくなるのを防ぐ。ただ、改質アスファルトの耐流動性を高めるためには、製造や施工において高温処理が必要だ。例えば、改質剤としてよく用いられる石油由来のスチレンブタジエン系熱可塑性エラストマー(SBS)では、180度前後での

処理を要する。作業環境が過酷になるだけでなく、より多くのエネルギーを消費するため、CO₂の排出量も増えてしまう。ここにC-AGの出番があると岩浦さんは直感したという。「改質アスファルトの製造・施工が可能な温度を抑えられれば、作業環境や地球環境への心配なく、アスファルト舗装の寿命を延ばすことができます」。そして20年に、A-STEP「デンブン系オイルゲルファイバー創製と機能発現」の採択を受けた。

A-STEPで最初に取り組んだのは、C-AGがそもそもアスファルトという有機溶媒を包み込み、それをゲル化できるのか、という基本性状の確認だった。肝心のアスファルト試料を販売してくれそうな会社に片っ端から問い合わせ、注文を試みたが難航したという。「普通の注文は、タンクローリー何台分という単位で扱われています。『研究室で使う量だけ購入できないでしょうか』と事情を説明し、何とか1社からキロ単位で分

けてもらうことができました」と岩浦さんは当時を振り返る。

低温で製造・施工が可能に コスト削減と大量生産目指す

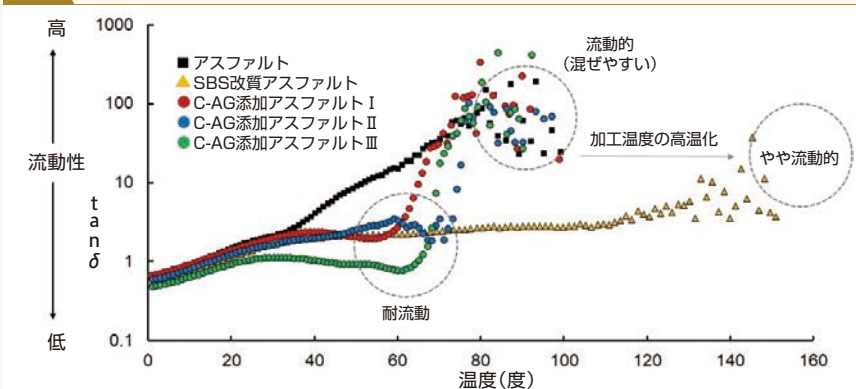
アスファルトとC-AGを入れた容器を130度に熱したオープン内に30分間置き、その後30秒間かき混ぜたところ、C-AGは無事アスファルトを包み込み、ゲル化した。室温のまま静置しても、再び分離することはなかったという(図2)。こうした性状の裏付けには、微小な構造の観察に適した原子間力顕微鏡を用いた。観察の結果、C-AG添加アスファルトには繊維状の構造体が分散していることがわかった。その構造体の間に溶媒を包み込み、ゲル化する、というメカニズムだ。

さらに、岩浦さんは耐流動性や流動性への評価にも取り組んだ。対象は、①アスファルト②SBS添加アスファルト③C-AG添加アスファルトの3つである。それぞれについて、0度から160度の間で流動性を測定した。猛暑時にはアスファルト表面温度が約60度になることもあるため、この温度まで耐流動性が必要だ。③は、約60度まで耐流動性が認められる一方、流動性は約80度になるとアスファルト並みに高まり、加工しやすくなることがわかった(図3)。つまり、SBSよりも低い温度で製造・施工できる可能性が見いだされたのである。

社会実装に向けた研究開発について、岩浦さんははまだ道半ばだと語る。検討すべき課題がいくつか残っているためだ。「例えば、耐流動性を実用化に必要な温度まで保てるのか。また、耐候性やリサイクル性は問題ないか。これらの課題を検討中の段階です」。今後の目標は、量産技術の開発とコストダウンの実現をテーマに、サプライチェーンまで見据えた共同研究体制を整えること。デンブンがインフラの役に立つ日を目指して、岩浦さんの挑戦は続く。

(TEXT: 茂木俊輔, PHOTO: 石原秀樹)

図3 C-AG添加アスファルトの動的粘弾性評価



C-AG改質アスファルトI、II、IIIは、それぞれC-AGを5質量パーセント濃度(wt%)、10wt%、16wt%添加したアスファルト。C-AG改質アスファルトは、60度付近まで低い流動性を保ち70~80度で粘性が低下し始める。耐流動性と加工性を両立しており、混練や道路施工時の作業の低温化が期待される。