研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	:	自然から生まれ自然に還る低毒性ハロゲンフリー型環境適合性エポキシドの開発
プロジェクトリーダー 所属機関	:	ナガセケムテックス株式会社
研究責任者	:	落合文吾（山形大学）

1. 研究開発の目的

本課題は、従来のグリシジルエーテル型エポキシ樹脂が抱える安全性の問題を解決した低毒性・ハロゲンフリーのエポキシ樹脂であるグリシド酸エステル系エポキシ樹脂の開発に関する。最終製品としては、高い信頼性、安全性や環境負荷の低減が求められる、電子材料・塗料・食品包装などに利用可能で、天然由来の材料のみから得られ、自然が行う代謝により無毒な化合物のみを経て生態系に還る「究極のグリーンなエポキシ樹脂」の開発を目指す。本課題では、安全性の高いグリシド酸エステル化合物の探索とその効率的な製造方法の開発を進め、その硬化挙動及び硬化物物性の特徴を明らかにし、実用化への方向性を示す。

2. 研究開発の概要

①成果

グリシド酸エステルの様々な硬化系における挙動を評価し、アニオン重合、酸無水物系では連鎖的な硬化反応が進行しない事、アミン硬化系における特異な硬化挙動を示す事を見出した。さらに、得られた硬化物は柔軟性や接着性に優れ、従来のグリシジルエーテル型エポキシ樹脂と同等あるいは上回る性能を示し、種々の接着剤や塗料への応用の可能性を示した。また、吸水性樹脂用架橋剤としての応用検証で、より低エネルギーで反応が進行する可能性が示唆され、省エネへの貢献も期待される。安全性に関しては、本研究期間内において、グリシド酸エステル類は、Ames 試験での比活性値が低く、グリシジルエーテル類に比べ、低毒性となる傾向を明らかにした。しかしながら、完全に変異原性陰性となる化合物を見出す事は出来ず、完全陰性化はハードルが高い。

研究開発目標	達成度
①グリシド酸エステル系エポキシ樹脂の硬化挙動の解明	①エポキシ樹脂で一般的な硬化系のほとんどを検証し、アニオン重合、酸無水物系は反応が進行せず、アミン、チオール系で効率よく反応する事を見出し、適用可能な硬化系とその硬化メカニズムを明らかにした。達成度 100%。
②グリシド酸エステル系エポキシ樹脂の応用の開拓	②アミンとの効果により高い接着力を示し、接着剤用途への適用可能性や水性樹脂の架橋剤として機能する事を見出した。よりアプリケーションに近い評価は実施できず、達成率 50%。
③グリシド酸エステル系エポキシ樹脂の毒	③5種のグリシド酸エステルの Ames 試験を行い、そのすべ

性の解明	てが、従来のエポキシ樹脂に比べ、低い比活性を示す事が明らかとなった。達成率 70%。
④工業化に向けたグリシド酸エステル系エポキシ樹脂合成法の開発	④高濃度次亜塩素酸ソーダでのバッチ効率の向上の可能性を見出すも、転嫁率の向上が課題。過酸化水素による酸化反応では、反応が進行する系を見いだせておらず、Oxone 酸化などを検証する必要あり。達成率 30%。

②今後の展開

本課題を通じて、グリシド酸エステルの特異な反応性が明らかとなった。この興味深い特徴に着目し、高度な物性が要求される電子デバイス製造や各種光学フィルム等の電子材料分野向けのハイエンド製品の創出を目指し、引き続き産学の連携のもとに検証する。並行して、工業的生産を視野に入れた、応用検証のためのキログラム単位での大量合成や低塩素化可能な酸化法の検討を進める。

3. 総合所見

一定の成果は得られているが、イノベーション創出の期待が低い。

産学の連携も良く取られており、グリシド酸エステル系エポキシ樹脂の硬化挙動についていくつかの知見が得られたことは評価できる。今後は、工業化を目指した合成方法等の更なる検討と合わせて、特徴を活かせるアプリケーションの開拓を進めて欲しい。