

プログラム名：超高機能構造タンパク質による素材産業革命

PM名：鈴木 隆領

プロジェクト名：大規模ゲノム情報を活用した超高機能タンパク質の設計及び製造

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 2 9 年 度

研究開発課題名：

超高機能構造タンパク質の劣化解析

研究開発機関名：

北陸先端科学技術大学院大学

研究開発責任者

谷池 俊明

# I 当該年度における計画と成果

## 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

本研究の目的は、構造タンパク質の劣化挙動を明らかにし、構造材としての安定性を確保する手段を確立することであり、平成 29 年度は以下の目標・計画を実施した。

### ① 安定化剤の配合研究

前年度までに確立した安定化剤の配合プロセスを基盤として、異なる光安定化剤・紫外線吸収剤を含有する一連の粉末・フィルムを調製する。具体的には、

- i) 安定化剤配合の異なる計 50 個の粉末及びキャストフィルムをそれぞれ調製する。
- ii) 上述の 50 個のサンプルの光劣化試験を完了し、暴露時間の異なるサンプルを抽出する。これらを赤外分光法、紫外可視分光法、動的粘弾性試験などで評価し、最終的には構造タンパク質の耐候性を改善する安定化剤を 2 種類以上提案する。

### ② 構造性能相関の解明

- iii) 構造タンパク質の物性向上や品質管理を目的とした一次構造の見直しやプロセス改良がプロジェクト内で継続されている。構造や製造過程の異なる構造タンパク質粉末の構造分析、劣化解析、安定性に掛かるデータの蓄積を進め、最低でも 30 サンプルのデータを追加する。

### ③ 化学修飾・複合化による安定化

- iv) 構造タンパク質の成形に当たって、成形品の外観の低下や物性の不均一性が大きいことが実用上の重大な懸念点となっている。化学修飾ないしは複合化のいずれかの方法によって、外観の低下や不均一性が低減できること、安定化が可能なことを実証した上で、これまでに提案した安定化剤との併用を実現する。

## 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

### 2-1 進捗状況

項 1 のそれぞれの目標と計画に対する進捗は以下のようである。

#### ① 安定化剤の配合研究

数十種類の光安定剤・紫外線吸収剤をそれぞれ含有するフィルムを合計で 150 枚以上作成し、構造タンパク質の光劣化の抑制に有効な添加剤を選定した。カーボンアーク及びキセノンランプを用いた加速試験において、構造タンパク質の光劣化に伴う黄変や架橋反応を抑制可能な添加剤をそれぞれ複数個見出すことに成功した（達成度 100%）。

#### ② 構造性能相関の解明

前年度に見出した構造タンパク質粉末のイオン含量と安定性に関して、33 個の異なる粉末サンプルを用いて再検討を行い、強い相関が実際に存在することを確定した（達成度 100%）。

#### ③ 化学修飾・複合化による安定化

構造タンパク質の耐熱性等の改善を期して、有機修飾剤による化学修飾、及び、層状粘土鉱物との複合化を試みた。いずれの場合も、添加は構造タンパク質を適当な溶剤に溶解させたドープ液中にて行い、フィルムあるいはファイバー状の成形物の構造分析や物性評価を行った。その結果、特定の層状

粘土鉱物とのナノコンポジットが、力学的強度の観点から元の構造タンパク質と比較して高い耐熱性等を保有し得ることを明らかにした（達成度 100%）。

## 2-2 成果

構造タンパク質の光劣化の抑制は用途開発における最重要課題の一つとして認識されている。我々は、光照射下における構造タンパク質の構造変化を様々な分析法によって解析した。また、構造タンパク質の光劣化の検出法として紫外可視吸光分光法による色差（CIELAB 色差）計測やゲル浸透クロマトグラフィーによる架橋反応の計測が有用であることを見出し、これらの方法を用いて数十種の光安定剤・紫外線吸収剤のスクリーニングを実施した。具体的には、前年度に開発した溶液プロセス（エタノール中に予め溶解させた安定化剤をドープ液に添加するもの）に基づき異なる光安定剤・紫外線吸収剤を所定量添加した構造タンパク質フィルムをそれぞれ複数枚作成し、カーボンアークあるいはキセノンランプを用いて光暴露した後、黄変を含む呈色や架橋反応を抑制可能な光安定剤・紫外線吸収剤を選定した（図 1）。

板状粘土鉱物はポリマーナノコンポジットの設計において最も多用されるフィラーであり、その熱変形温度やバリア性の向上効果が構造タンパク質の耐熱性等の改善に有効なものと想定された。有機溶媒や酸性溶媒を用いた構造タンパク質のドープ液に特定の板状粘土鉱物を分散させる方法を確立し、分散した板状粘土鉱物を含有するコンポジットフィルム及びファイバーを調製することに成功した。得られたフィルムやファイバーの剛性の温度依存性等を検討した結果、実際に板状粘土鉱物とのコンポジット化が耐熱性等の改善に有効であることが判明した。

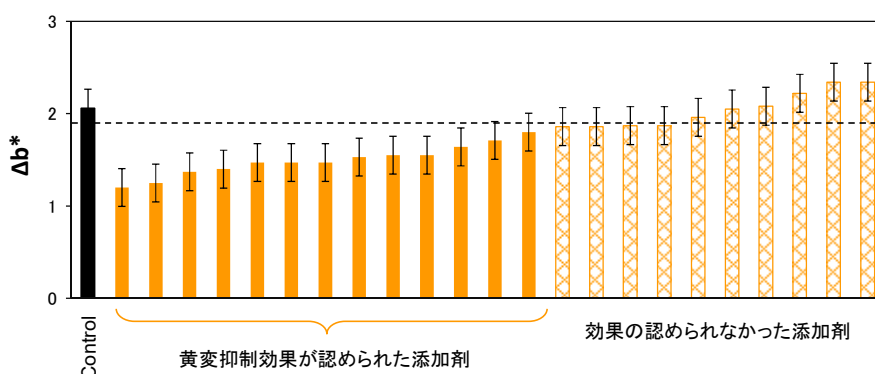


図 1 構造タンパク質の光劣化抑制に係るスクリーニング結果の一例（例は黄変抑制）

## 2-3 新たな課題など

これまでの検討で構造タンパク質の熱・光劣化を抑制可能な添加剤をそれぞれ開発してきたが、その添加プロセスは当初想定されていた水系あるいは有機溶媒系ドープ液を用いたものであった。他方、PJ2 の用途開発において酸性溶媒の使用が有望視されるようになり、選定した添加剤の幾つかが溶媒中で失活してしまうことが判明した。そこで H30 年度は酸性溶媒の使用を前提とした安定化技術を新たに検討する。

## 3. アウトリーチ活動報告

特に無し