

NMR でチョコレートのおいしさに迫る

○戸所 泰人^{a)}

^{a)}大阪大学大学院 理学研究科 技術部

1. はじめに

チョコレートのおいしさは、カカオの香り、甘さと苦さの調和、そしてなめらかな口どけによって生み出される。チョコレートは主にカカオマス、ココアバター、砂糖から構成されており、ミルクチョコレートではさらに乳成分が加えられる。チョコレートの品質は、カカオ豆の発酵や焙煎だけでなく、ココアバターの結晶状態にも大きく左右される。中でも食感や口どけを左右する主な成分がココアバターであり、テンパリングは、ココアバターの結晶を制御し、チョコレート特有のツヤや食感を生み出す重要な工程である。

固体 NMR は、試料を溶解することなく結晶状態のまま解析できる手法であり、溶液 NMR では失われる結晶構造の情報を得ることができる。そのため、テンパリングによって形成されたココアバターの結晶多形の解析に適している。本稿では、ココアバターの結晶多形と固体 NMR による解析について紹介する。

2. ココアバターの成分と結晶多形

ココアバターは主にトリアシルグリセロール (TAG) から構成され、その分子の並び方によって異なる結晶構造を形成する。このような性質を結晶多形という。ココアバターには I 型から VI 型までの 6 つの結晶形が存在し、それぞれ安定性や融点異なる。このうち V 型結晶は、美しいツヤ、パリッとした食感、なめらかな口どけを与えるため、チョコレート製造において最も望ましい結晶形とされている。そのため、テンパリングによって V 型結晶を選択的に形成させることが重要である。

3. 固体 NMR による解析

固体 NMR は結晶を壊さずに解析できるため、ココアバターの結晶多形の評価に適している。¹³C MAS NMR では、トリアシルグリセロール分子の化学環境の違いから、結晶形や分子のパッキング状態を評価することができる。また、結晶化や保存中の結晶転移に伴う構造変化や分子運動性を調べることも可能である。カカオ 72% チョコレートを用いて、市販品と湯煎で融解後、室温で固化・再結晶化させた試料の ¹³C CP/MAS NMR 測定を行ったところ、主にトリアシルグリセロール由来のエステルカルボニル炭素 (C=O)、グリセロール骨格のメチン炭素 (CH) およびメチレン炭素 (CH₂O)、オレフィン炭素 (CH=CH) に由来するシグナルに、化学シフトや強度の変化が観測された。これらは融解・再結晶化による結晶構造の変化を反映していると考えられる。

4. まとめ

チョコレートのおいしさは、ココアバターの結晶構造と深く関係している。特に V 型結晶は、ツヤ、食感、口どけを与えるため、テンパリングによる結晶制御が重要である。固体 NMR は試料を溶かさずに結晶状態を解析できることから、ココアバターの結晶多形や構造変化を評価する有力な手法である。今回の測定でも、市販品と再結晶化試料の間にスペクトルの違いが観測され、結晶構造の変化を捉えられることが示された。