最新評価分析講座（第11講）
J. Jpn. Soc. Colour Mater., **94**〔4〕，104-111（2021）

分子量測定法
－新校正SEC-MALS法による無秩序分岐高分子の精密特性解析－

松本良憲*,**・菊地守也***・鳴海　敦*・川口正剛*,†

*山形大学大学院有機材料システム研究科　山形県米沢市城南4丁目3-16（〒992-8510）
**㈱東ソー分析センター　三重県四日市市霞1-8（〒510-8540）
***山形大学工学部　山形県米沢市城南4丁目3-16（〒992-8510）
† Corresponding Author, E-mail: skawagu@yz.yamagata-u.ac.jp

（2020年11月19日受付，2020年12月1日受理）

要　　旨

今日，サイズ排除クロマトグラフィー（SEC）に多角度光散乱光度計（MALS）を付けたSEC-MALSは，高分子の分子量測定や分子特性解析のための簡便かつ有用な分析手法として広く用いられている。SEC-MALSは多分散試料に対しても高分子の重量平均モル質量，分子量分布，回転半径を算出できる唯一の方法である。本講座では，SEC-MALS法で行う装置の校正方法，従来の校正方法における問題点，筆者らが最近見いだした新校正法について概説し，さらに線状鎖および無秩序分岐高分子鎖の精密特性解析に適用した例について紹介する。

キーワード：SEC-MALS，分岐高分子，分子鎖形態，特性解析，溶液物性

1. はじめに

高分子と低分子の違いは繋がりの数すなわち重合度，分子量（モル質量）だけである。したがって，モル質量は高分子において最も基本的な物理量であり，分子量が定められて初めて高分子が規定されたことになる。高分子量物質の機能や特性は，一次構造，たとえばモノマーの種類，結合様式，配列順序，立体規則性などの局所的因子と分子量，分子量分布，枝分かれ，架橋などの大局的因子，さらには高分子が集合したときの高次構造によって決定される。近年の精密重合の急速な発展にともない，従来の線状高分子に加えてより複雑な構造と機能をもった新奇な“（構造特異性）高分子”が比較的容易かつ精密に設計－合成できるようになってきている[1)]。次世代に向けて高分子材料を改良・工夫・創製するうえにおいて，合成－構造－物性の相関に関する基礎的理解はますます重要になっている。

高分子量物質は一般に気体状態が存在しないので，高分子1個の性質を調べるときには高分子を溶液に溶かして，高分子間相互作用が弱められた希薄溶液中で測定することになる。希薄溶液中の高分子孤立鎖の立体配座特性（コンフォメーション）は最も古くから研究されてきた中心的かつ基本的な課題の一つである。高分子鎖の形態の理解は高分子本来の特性を分子論的に解き明かすうえで重要であるばかりでなく，高分子の特性解析および固体物性を理解するための基礎として，さらにはさまざまな新規な機能性高分子を合成・設計するうえにおいて基本的概念として重要である。これまでの先達者の膨大な実験および理論の研究成果によって，高分子溶液学の理論体系はほぼ確立されており，一見，これ以上研究することがないように思われがちである。しかし本当にわかっているのだろうか。これまで詳細に研究されてきた柔軟鎖ビニル高分子の希薄溶液の研究はポリメチルメタクリレート（PMMA）やポリスチレン（PS）等ごく少数に限られている。たとえば，「置換基が少し異なるポリマーや少し分岐したポリマーの拡がりはどれくらいですか？」という問に対して，残念ながら明確には即答できないのが実情である。

高分子の分子鎖特性を知りたいときには，分子量分布が狭くかつ広範囲の分子量領域（10^2～10^7，柔軟鎖の場合には高分子鎖の個性があらわれる低分子量領域のデータがとくに重要）にわたって分子鎖の拡がりに関係する物理量（平均2乗回転半径，流体力学的半径，固有粘度，粒子散乱因子など）を分子量の関数として実験的に決定し，さらに適切な理論を用いて解析する必要がある。しかしながら，このような研究を行うには膨大な労力と時間が必要となり，線状高分子鎖あるいは星形高分子鎖以外の高分子の分子特性解析はこれまで必ずしも十分には行われて来なかった。

そのような中で，高分子の分岐は力学特性[2-6)]，熱力学的作用[7)]，結晶化，ガラス転移温度[8)] 等にしばしば重大な影響を与えることが知られている。また，分岐は高分子材料の加工性

〔氏名〕まつもと　よしのり
〔現職〕山形大学大学院有機材料システム研究科有機材料システム専攻博士後期課程3年生，㈱東ソー分析センター四日市事業部解析グループSEC･有機分析チーム リーダー
〔経歴〕2007年3月金沢大学大学院自然科学研究科博士前期課程物質工学専攻修了。同年4月㈱東ソー分析センターに入社現職に至る。専門：高分子物性，高分子分析。

【図表について】電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai/-char/ja/

© 2021 Journal of the Japan Society of Colour Material