

30. コンタクトレンズに付着するタンパク質

丸山 邦夫
 ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社
 ビジョンケア カンパニー学術部

●はじめに

涙液層は、油層、液層の2層に分類され、とくに液層には多くのタンパク質が含まれている。そのタンパク質のなかでも、リゾチーム、リポカリン、ラクトフェリン、分泌型免疫グロブリン A の4つタンパク質が多く、これらは眼表面において感染防御の重要な役割を担っている。しかしながら、コンタクトレンズ (CL) は眼表面に装着されると、涙液中のタンパク質がレンズに付着し、それが眼表面に悪影響を及ぼすことがある。とくにソフト CL (SCL) は、極性をもち、含水していることから、タンパク質が SCL 内部へ入り込んで付着し、熱などの外部環境により変性し、眼表面でアレルギー反応を引き起こすことが以前は問題となっていた。しかし、20年ほど前に使い捨てレンズが登場したことや、煮沸消毒が化学消毒に代わったことで、その問題は大きく改善された。眼表面へ悪影響を及ぼすと考えられてきたタンパク質について、最近のタンパク質の分析技術の進化により、新しい知見も得られてきた。

●ソフトコンタクトレンズへのタンパク質の付着

SCL へのタンパク質の付着は、レンズ素材に大きく依存している。とくにタンパク質の付着量は、SCL の含水量とイオン性に密接に関係している^{1~4)}。メタクリル酸を含有するイオン性レンズは、N-ビニルピロリドンを含有する非イオン性レンズなどの他の素材と比較して、はるかに多くのタンパク質を引き付け⁵⁾、イオン性かつ高含水性の SCL (FDA グループ IV) は、たった1

分の装用で多くのタンパク質の付着が検出されることから、タンパク質の付着過程においては、レンズ装用直後に多くのタンパク質が付着すると考えられる^{6,7)}。とくに、リゾチームは分子量が比較的小さく、強い正の電荷を帯びていることから、負の電荷を有する SCL がそれらを強く引き付ける。付着したリゾチームは、温度変化、pH、表面の疎水化などの影響を受け、二次および三次構造が分裂されたり破壊されたりする (図 1)。このように、リゾチームが変性すると、殺菌作用の低下をもたらし⁸⁾、変性したリゾチーム自体の存在が乳頭性結膜炎の発症の原因となることもある⁹⁾。

●リゾチームの変性

SCL に付着するリゾチームは眼表面に悪影響を与えるように思われてきたが、最近、興味深い研究結果が報告されている。SCL に付着するリゾチームは、変性することで眼表面に悪影響を及ぼすのであって、本来の活性を保ったリゾチームであれば、むしろプラスの効果も期待できるのではないかと考えはじめられている。

イオン性で高含水の etafilcon A レンズは、リゾチームの付着量が非常に多い結果がこれまでも報告されてきているが^{10,11)}、Suwala ら¹¹⁾ は、各種 SCL のリゾチーム (ニワトリ卵白リゾチーム) の付着量と活性を *in vitro* で調べた結果、etafilcon A レンズは多くのリゾチーム付着量を示したが (図 2)、付着したリゾチームのほとんどは変性せずに活性を保っていた (図 3) と報告している。

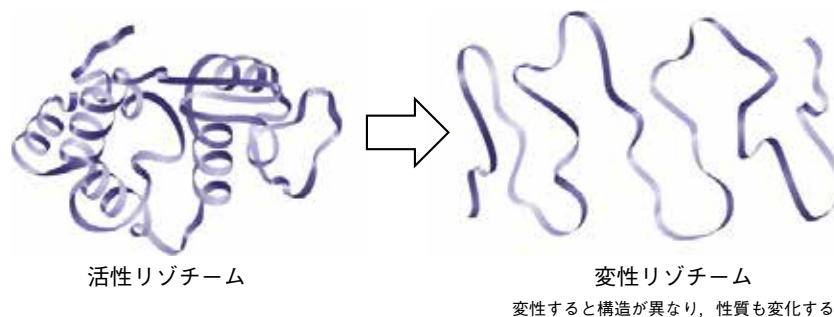
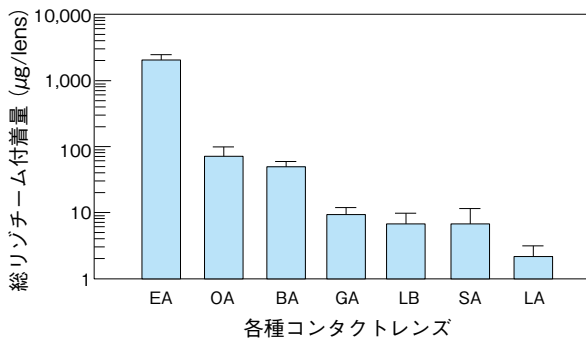
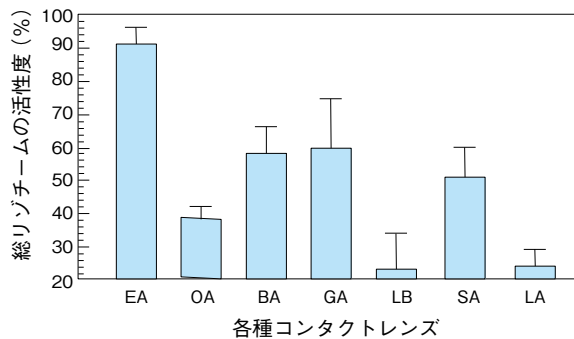


図 1 変性リゾチームのイメージ



EA : etafilcon A, OA : omafilcon A, BA : balafilcon A, GA : galyfilcon A, LB : lotrafilcon B, SA : senofilcon A, LA : lotrafilcon A

図2 各種コンタクトレンズの総リゾチーム付着量
(文献11より改変引用)



EA : etafilcon A, OA : omafilcon A, BA : balafilcon A, GA : galyfilcon A, LB : lotrafilcon B, SA : senofilcon A, LA : lotrafilcon A

図3 各種コンタクトレンズに付着したリゾチームの活性度
(文献11より改変引用)

●おわりに

これまで、SCLへのタンパク質の付着に対して否定的な印象がもたれていたが、タンパク質の抗菌特性を考慮すると、活性を保った、つまり自然の状態のタンパク質がSCL素材に蓄積されていれば、抗菌効果に対して有効に働く可能性がある。Williamsら¹²⁾が、新品のSCLに比べて、装着したSCLのほうがグラム陰性菌の付着量が少ないことを報告しており、タンパク質が抗菌効果を保ったままSCLに付着する期待がもてる。

SCLへ付着したタンパク質の挙動については、これからも多くの事実が明らかにされてくると期待している。それにより、タンパク質とSCLの共存が実現できるようになり、より安全で快適なSCL装用も実現できると思われる。

文 献

- 1) Tighe BJ, Jones L, Evans K et al : Patient-dependent and material-dependent factors in contact lens deposition processes. *Adv Exp Med Biol* **438** : 745-751, 1998
- 2) Jones L, Mann A, Evans K et al : An in vivo comparison of the kinetics of protein and lipid deposition on group II and group IV frequent-replacement contact lenses. *Optom Vis Sci* **77** : 503-510, 2000
- 3) Garrett Q, Milthorpe BK : Human serum albumin adsorption on hydrogel contact lenses in vitro. *Invest Ophthalmol Vis Sci* **37** : 2594-2602, 1996
- 4) Lee J, Li T, Park K : Solvation interactions for protein adsorption to biomaterial surfaces. In : Water in biomateri-

als surface science (edited by Morra M), p127-146, J Wiley & Sons, Chichester, 2001

- 5) Garrett Q, Laycock B, Garrett RW : Hydrogel lens monomer constituents modulate protein sorption. *Invest Ophthalmol Vis Sci* **41** : 1687-1695, 2000
- 6) Keith D, Hong B, Christensen M : A novel procedure for the extraction of protein deposits from soft hydrophilic contact lenses for analysis. *Curr Eye Res* **16** : 503-510, 1997
- 7) Ronen D, Eylan E, Romano A et al : A spectrophotometric method for quantitative determination of lysozyme in human tears : description and evaluation of the method and screening of 60 healthy subjects. *Invest Ophthalmol* **14** : 479-484, 1975
- 8) Masschalck B, Van Houdt R, Van Haver EG et al : Inactivation of gram-negative bacteria by lysozyme, denatured lysozyme, and lysozyme-derived peptides under high hydrostatic pressure. *Appl Environ Microbiol* **67** : 339-344, 2001
- 9) Skotnitsky C, Sankaridurg PR, Sweeney DF et al : General and local contact lens induced papillary conjunctivitis (CLPC). *Clin Exp Optom* **85** : 193-197, 2002
- 10) Senchyna M, Jones L, Louie D, May C et al : Quantitative and conformational characterization of lysozyme deposited on balafilcon and etafilcon contact lens materials. *Curr Eye Res* **28** : 25-36, 2004
- 11) Suwala M, Glasier MA, Subbaraman LN et al : Quantity and conformation of lysozyme deposited on conventional and silicone hydrogel contact lens materials using an in vitro model. *Eye & contact lens* **33** : 138-143, 2007
- 12) Williams TJ, Schneider RP, Willcox MD : The effect of protein-coated contact lenses on the adhesion and viability of gram negative bacteria. *Curr Eye Res* **27** : 227-235, 2003



過酷な環境でも一日中、疲れ知らずな眼へ。



ワンデーアキュビュー® オアシス®

◎コンタクトレンズは高度管理医療機器です。眼科医による検査、処方をお願いします。特に異常を感じなくても定期検査は必ず受けるようにご指導ください。◎患者さんがコンタクトレンズを使用する前に、必ず添付文書をよく読み、取り扱い方法を守り、正しく使用できるようご指導ください。

ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社 ビジョンケア カンパニー 〒101-0065 東京都千代田区西神田3丁目5番2号
 販売名: ワンデーアキュビュー オアシス 承認番号: 22800BZX00049000 登録商標 ©J&J KK 2016