

# コンタクトレンズ 装用による ムチンの影響

コンタクトレンズ装用時、多くの患者が呈する眼不快感のひとつに乾燥感が挙げられるが、近年、乾燥感を惹起する原因としてコンタクトレンズが涙液に及ぼす影響、さらに涙液中のムチンとの関係について注目が集まっている。

「コンタクトレンズ サイエンス シリーズ」と題したシリーズ第1回は、2名の専門家からコンタクトレンズ装用によるムチンの影響に関する知見をご紹介いただくとともに、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 学術部からコンタクトレンズの濡れ性を向上させるための技術について解説する。



## コンタクトレンズが涙液におよぼす影響

京都府立医科大学眼科学教室 准教授 横井 則彦 先生

### ● 涙液層の構造

オキユラーサーフェスは、涙液層と表層上皮細胞からなるが、涙液層の構造は、膜型ムチンの発見によって、油層、水層、ムチン層の三層構造から、油層と液層の二層構造として認識されるようになり(図1)、かつて考えられていたムチン層は、膜型ムチンを含む糖衣層として、表層上皮の構造として理解されるようになった。

涙液油層は、直下の液層の水分の蒸発抑制に働くとともに、開眼直後に生じた表面圧勾配に基づいて直下の液層を引き連れながら上方伸展することで、安定した涙液層を角膜上に形成する役割を持つ。一方、液層には、水分だけでなく糖タンパク質である分泌型ムチンが濃度勾配を持ちながら分布しており、液層の水分をゲル状に保つとともに、開眼

維持時の水分蒸発による液層の菲薄化に抵抗して、涙液層を安定に保つ働きを持つ。さらに、分泌型ムチンは潤滑油として、瞬目に伴う眼瞼結膜と角膜との間の摩擦の亢進を軽減させる働きを持つ。

一方、先に述べた眼表面上皮の膜型ムチンは上皮の最表層細胞の表面に存在する微絨毛の先端から涙液層に向けてつき出るように分布し、上皮表面の水濡れ性を保つ働きを持つ。

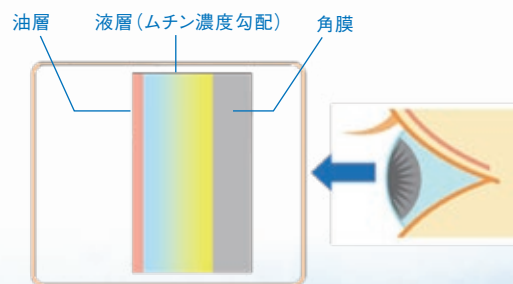


図1 涙液層の構造

## ● コンタクトレンズ着用時の涙液の変化

オキユラーサーフェスに装着したコンタクトレンズは、涙液分布、涙液交換、および、涙液分泌に影響を及ぼしながら、涙液(層)と表層上皮の良好な相互作用を妨げ、コンタクトレンズに関連するドライアイを生じる。コンタクトレンズに関連するドライアイには、角結膜上皮障害をはじめ、眼不快感(異物感、乾燥感など)や視機能異常などがある。

特に最近着目されていることとして、ソフトコンタクトレンズを装着時に発症するLid-wiper epitheliopathy (LWE、図2)であり、乾燥感などの眼不快感と関連することが知られている。このLWEはソフトコンタクトレンズ装着における瞬目時に



図2 Lid-wiper epitheliopathy (リサミンググリーン染色像)

上眼瞼縁とレンズ表面で生じる摩擦が原因と考えられる。

このような眼表面とレンズ表面との摩擦を軽減させる策には、表面親水化されたソフトコンタクトレンズの装着、人工涙液の点眼治療、ムチンなどの分泌効果を目的とした点眼治療などが期待されている。



## コンタクトレンズとムチン

東邦大学医療センター 大森病院 堀 裕一 先生

### ● ムチンとコンタクトレンズ

オキユラーサーフェスの重要な構成成分の一つであるムチン(図3)は、高分子の親水性の糖タンパクであり、体中の粘膜組織に存在している。ムチンの役割は、眼表面の水濡れ性の維持、眼表面のバリア機能、潤滑剤として眼瞼と眼表面の摩擦の軽減、の大きく3つが挙げられる。

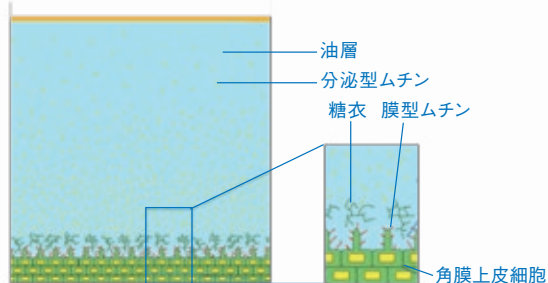


図3 涙液層の詳細図

ムチンには分泌型ムチンと膜型ムチンがあり、眼表面では、結膜の杯細胞から分泌される分泌型ムチン(MUC5AC)と、角膜および結膜上皮細胞

自身とその表面に発現している膜型ムチン(MUC1、MUC4、MUC16)がある。ドライアイ患者においては、これら眼表面ムチン発現が減少しており、ドライアイ治療において、ムチン発現を増加させる新しい点眼液が近年発売されている。

コンタクトレンズと眼表面ムチンの関係は、まだ不明な点も多いが、ソフトコンタクトレンズ装着が眼表面ムチン発現に何らかの影響を与えているのは間違いない。

### ● コンタクトレンズ表面の水濡れ性の必要性

角膜の表面に涙液層を薄く均一に分布させるためには、膜型ムチン(糖衣)の存在が重要であり、眼表面の水濡れ性を向上させる役割が大きい。

しかしながら、この角膜上にコンタクトレンズを装着すると図4のように、コンタクトレンズ上の涙液層とコンタクトレンズ下の涙液層に二分される。その結果、膜型ムチン(糖衣)を持たないコンタクトレンズ上の

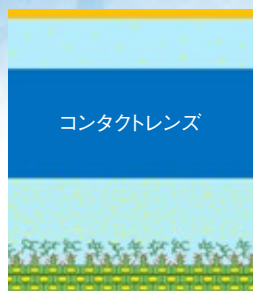


図4  
角膜上にコンタクトレンズを  
装着した時の涙液断面イメージ

涙液層に関しては、涙液層が不安定となるため破綻を生じやすくなる。

涙液層が破綻するとコンタクトレンズ表面が露出する。潤滑剤としての涙液を欠くコンタクトレンズ表面では、瞬目時に上眼瞼縁結膜との摩擦を生じ、

LWEといった病態やそれに伴う自覚症状を生じやすくなる。

また、コンタクトレンズ表面上の涙液層の破綻は、視機能へも影響を与える。不整な涙液層は高次収差を増加させ、見え方の質を低下させる。

このことから、上眼瞼縁結膜との摩擦や視機能への影響を最小限に留めるためにも、コンタクトレンズ表面はより良い濡れ性が必要となる。



## コンタクトレンズ表面の濡れ性を向上させる技術

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 丸山 邦夫

### ● コンタクトレンズ表面に望まれること

コンタクトレンズ表面に望まれることを、ソフトコンタクトレンズについて考えてみる。

ソフトコンタクトレンズは、高分子ゲルであり、含水しているため、親水性は高い。しかしながら、角膜の表層に存在する生体由来のムチンに比べれば、レンズ表面の濡れ性は大きく劣る。実際に、レンズ表面に分布する涙液は、角膜のそれに比べてきわめて薄く、不安定であることが知られており、さらにはVDT作業による瞬目回数の低下やエアコンなどの低温低湿度の環境の影響を大きく受ける。

一日の終わりには、レンズ表面の性状が大きく変化し、濡れ性が低下してくる。濡れ性の低下、すなわち潤滑剤としての涙液との親和性を損なったレンズ表面は、上眼瞼縁との摩擦を生じやすくなり、不快感が生じる。また、レンズ表面に安定した薄層の涙液が分布できなくなると、光学性にも影響を与えることもある。

このことから、レンズ表面に望まれることは、「濡れ性」に優れており、かつそれが「持続」することである。レンズ表面が、角膜の表層に存在するムチンのような涙液保持性に優れていることが理想である。また、その涙液保持性が一日の終わりまで持続していることが望ましい。

### ● コンタクトレンズ表面の濡れ性を向上させる技術

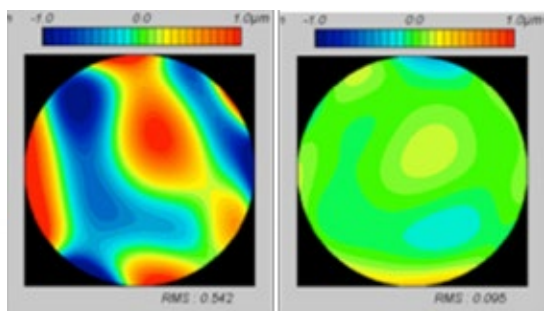
近年のソフトコンタクトレンズの素材開発は、酸素透過性能に加え、レンズ表面の濡れ性を向上させることを目的とした表面改質やうるおい成分の付加が目ざされている。

表面改質については、高エネルギーのプラズマ照射を利用した方法が古くから実用化されており、酸素透過性ハードコンタクトレンズの表面改質にも利用されている。一方、うるおい成分を付加する方法では、流通保存液にうるおい成分を添加して初期装着感を向上させる方法があるが、この方法では、製造面で簡便に導入できるのではあるが、うるおい成分がレンズに固定されているわけではないので、涙液のターンオーバーとともにうるおい成分は数分の間に消失していくことが推測される。

一方、うるおい成分をレンズ素材である高分子のマトリックスに固定する技術が開発され、うるおい効果を持続させることが可能になってきた。レンズ素材である高分子のマトリックスにうるおい成分を固定する技術は、10年前に日本で初めて商品化されたのは、ワンデー アキュビュー® モイスト®(以下、モイスト®)であり、10年経った今でも高い評価が得られている。

モイスト<sup>®</sup>は、ラクリオン<sup>®</sup>・テクノロジーという技術を採用しており、うるおい成分である親水性高分子ポリビニルピロリドン（以下、PVP）をレンズの表面および内部に保持している。流通保存液にのみうるおい成分を含有している場合とは違い、製造工程の中で、レンズの内部へ取り込まれており、20時間以上の *in vitro* 実験でPVPが放出していないことも確認されている。このPVPは通称ポビドンとも呼ばれ、人体への安全性が高いため、錠剤の結合剤、粉末医薬品の顆粒化剤、薬効成分の可溶化剤として医薬品に用いられている。

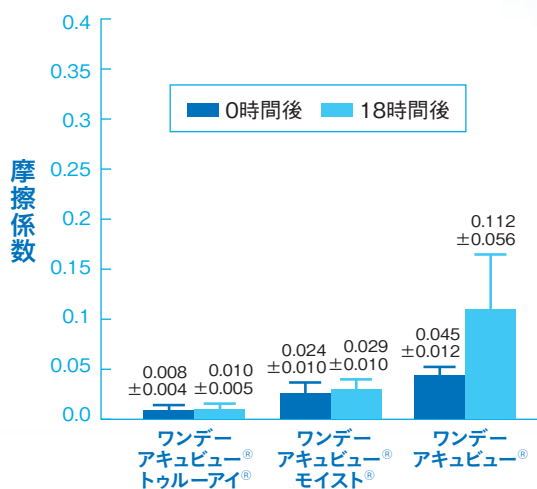
PVPの優れた親水特性は、レンズ表面で膜型ムチンの涙液保持機構のように働くことが想定され、



ワンデー アキュビュー<sup>®</sup>      ワンデー アキュビュー<sup>®</sup> モイスト<sup>®</sup>  
図5 波面収差測定の色マップ

レンズ表面の涙濡れ性が期待できる。その特性を実際に評価した結果においても、モイスト<sup>®</sup>は、PVPを有さないワンデー アキュビュー<sup>®</sup>よりも波面収差測定において高次収差が生じにくく（図5）、摩擦係数も小さいこと（図6）が確認されている。

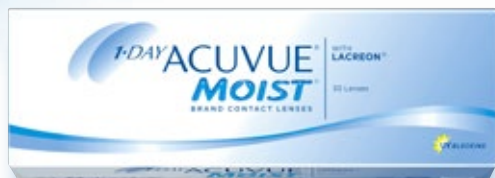
以上のように、角膜表面のような涙液保持機構をレンズ表面でも実現できることが望ましいが、ムチンの涙液保持機構を模倣した技術も実現しつつある。



18時間着用シミュレーション試験 / レンズを涙様液 (TLF) に20秒ごとに出し入れすることを18時間繰り返し、その後の摩擦係数を測定  
出典: Johnson & Johnson VISION CARE, INC. データより

図6 摩擦係数の測定結果

10<sup>th</sup> ANNIVERSARY  
ワンデー アキュビュー<sup>®</sup>  
モイスト<sup>®</sup>



\*1: 装着感には個人差があります。

\*2: 弊社独自のテクノロジー名。レンズ素材である etafilcon A に、涙液中の成分に似た保湿成分を取り込みました。その保湿成分は持続してレンズ内に留まります。

\*3: PVP: ポリビニルピロリドン

◎コンタクトレンズは高度管理医療機器です。必ず事前に眼科医にご相談のうえ、検査・処方を受けてお求めください。  
◎ご使用前に必ず添付文書をよく読み、取扱い方法を守り、正しくご使用ください。

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 モイスト  
承認番号:21600BZY00408000 ©登録商標 ©J&J KK 2015

Johnson & Johnson  
JOHNSON & JOHNSON K.K.  
VISION CARE COMPANY

つけ始めから1日の終わりまで続く  
快適な装着感<sup>(\*)</sup>をめざして。

- 独自のラクリオン<sup>®</sup>・テクノロジー<sup>(\*)</sup>により、親水性高分子PVP<sup>(\*)</sup>をレンズ全体に持続的かつ安定的に取り込んでいるから、長時間保水性を保持。
- PVPはレンズ表面にも保持されるから、自然な涙液の状態を安定的に維持します。
- PVPの働きにより、レンズ表面の潤滑性・クッション性も高まるので、装着時の乾燥感・異物感を抑えます。