

# わかり易い 眼科講座

## コンタクトレンズ

澤 充

(公財)日本アイバンク協会理事長・日本大学名誉教授

### はじめに

コンタクトレンズ (CL) は眼鏡とともに屈折異常の矯正法の二本柱です。眼鏡はレンズが角膜から 12 mm の所に位置する関係での光学的な問題を有する一方で眼表面には影響がなく安全に使用できる利点があります。一方、コンタクトレンズは角膜上に位置していることでの光学的利点が大いなのに対し、角膜障害などを生じるリスクを常に有しているためその取り扱いには注意が必要です。定期的な眼科専門医の診察を受けるとともに何らかの違和感や充血、眼脂などがある場合はただちに装用を中止し、眼科専門医の診察を受けることが重要です。

### 1. コンタクトレンズの歴史

コンタクトレンズ (CL) の原理はレナルド・ダ・ビンチが水に目をつけてみると通常の見え方とは異なることを報告したことが始まりとされます。光は屈折率 (密度) が異なる面で曲がる (屈折) 性質があります。角膜が空気または水と接触すると空気は水よりも密度が低いので強く屈折します。この水に相当するものをガラスに置き換え、そのガラスにレンズ機能をもたせることで眼鏡の代わりにすることが 1890 年ごろから報告されています。現在のコンタクトレンズはハードコンタクトレンズ (HCL) とソフトコンタクトレンズ (SCL) とに大別でき、素材としては HCL はポリメチルメタクリレート (PMMA)、SCL はヒドロキシエチルメタク

### コンタクトレンズの素材

1. ハード CL
  - i) ポリメチルメタクリレート (PMMA) レンズ  
酸素非透過性：過去に存在（現在は流通されていない）
  - ii) 酸素透過性 (RGP) レンズ  
シロキサニルメタクリレート（酸素透過性の付与）  
メタクリル酸（水濡れ性の付与）  
フルオロメタクリレート（耐汚染性の付与）
2. ソフト CL
  - i) 含水性レンズ  
ヒドロキシエチルメタクリレート (HEMA)  
ビニールピロリドン  
シリコーンハイドロゲル
  - ii) 非含水性レンズ  
シリコンラバー：過去に存在  
（現在は流通されていない）

（コンタクトレンズ販売営業管理者継続研修 土至田先生資料）

リレート (HEMA) が主体ですがその後、装用感等の改善を目的に様々な組成、重合材が使用されています。歴史的にはガラスとプラスチックによる HCL が 1936 年に開発されています。当時の HCL は強膜レンズと呼ばれる角膜の外側まで覆う大きなレンズでしたが、角膜内に収まる大きさの角膜レンズが開発されました。我が国では 1951 年に水谷 豊先生や佐藤 勉先生がこうしたレンズを紹介し、臨床にも導入されました。SCL の開発は 1959 年にチェコスロバキアの O. Wichterle (ヴィヒテルレ) と D. Lim (リム) が HEMA を開発し、SCL に応用したのが最初です。因みに逸話として残っているのは当時、共産圏であったチェコでは特許取得という考えがなく貴重な知的財産権を得る機会を失ってしまいました。

## 2. コンタクトレンズと眼表面の問題

眼表面、特に角膜は透明性を維持するためには構成している細胞が活発な代謝をしており、そのために大気中からの酸素を必要とし、さらに涙からも酸素と乾燥しないように給水（保湿）を受けています。こうした状態のバランスが崩れ、不足すると角膜上皮細胞はたちまち呼吸困難と乾燥に曝され、結果として細胞の壊死、脱落を生じます。この変化は角膜中央の細胞に生じやすく（図 1）、この状態に反応して角膜に沿っての充血が強くなります（毛様充血）。こうした状態を生じるリスクファクターとして CL 装用があります。この際、我慢できないほどの眼痛を伴うのですが、SCL 装用では緩徐な痛み、もし



図1 ソフトコンタクトレンズの過剰装用による点状表層角膜炎

左図の角膜をフルオレセイン染色したものが右図。病変は角膜中央に生じることが多い。眼痛が強い。

くはSCLを装用するとその包帯カバー効果により眼痛が治まってしまうという問題が生じます。この状態が進行すると角膜実質の傷害（潰瘍）となります。

また、眼表面には常在細菌といわれる細菌が存在していることが多いのですが、眼表面が涙で常に覆われ、正常な状態＝生理的な環境では病原性を生じません。しかし、眼表面、涙の状態が阻害されることで病原性を生じる可能性があります。さらにCLに関係する問題としては不適切な装用以外にCLの脱着の際に指を介して、またはCLの保存、洗浄の不良により外部から眼表面に病原性の強い細菌が持ち込まれ角膜潰瘍を生じる例がしばしばみられます。こうした外部から持ち込まれる病原体による潰瘍は角膜中央（瞳孔部）に生じることが多く（図2）、治癒しても白色の混濁（癍痕）が角膜中央に生じることが多いです。こうした角膜中央に癍痕がみられる場合は眼科専門医に角膜傷害の既往を考えさせます。

CLは前述のように光学的には優れていますが、装用およびレンズケアが不適切であると様々な傷害を生じますので、CLを必要とする理由を明確にして眼科専門医とよく相談の上、適切なCLの選択と定期的な検査を受けるようにしてください。眼科専門医は後述の様々な知識を基に、個々の装用者に適したCLの選択を行います。以下にいくつかの事例について概略を記載します。

### 1) CLは何歳から使用できるか

CL装用と年齢との関係についてはCLを必要とする理由とレンズ装脱を自分でできるか、レンズケアができるかなどが条件になります。まず、CLを必要とする理由ですが、小学生などでは不同視が強い場合を除いて眼鏡矯正で問題がありませんので眼鏡矯正を第一選択とするべきです。最近はスポーツの時に1回使い捨てSCL使用の希望がある例がありますが、ゴミ（異物）が目に入った時に自分でCLを安全かつ確実に外せることが最

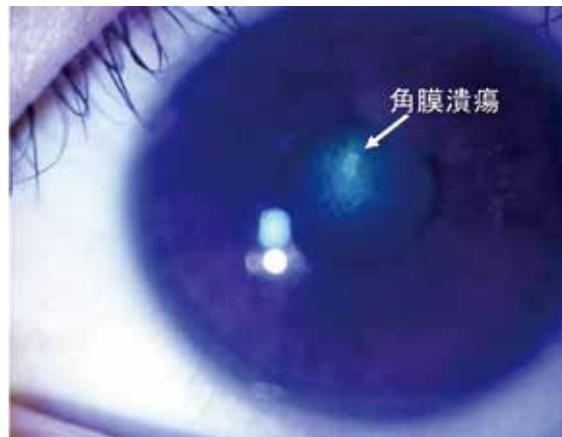


図2 ソフトコンタクトレンズ装用者にみられた角膜潰瘍（フルオレセイン染色）  
潰瘍の周囲に点状表層角膜炎がみられる。原因菌は不明でわずかな癒痕を残して治癒。

低限必要です。レンズケアについては親がしっかり監督することができれば可です。

近年、近視矯正を目的にして小中学生でオルソケラトロジー（ハードCL）として睡眠中にCL装用を行う例がありますが、睡眠中のCL装用は角膜傷害のリスクが日中のみCL装用の場合の2倍以上高いことが報告されています。また、レンズ装用で矯正できる範囲は4D（D:焦点距離（m）の逆数でレンズ屈折度をあらわす単位）以内であること、レンズ装用を中止すると元に戻り、屈折度が元に戻る過程では不安定な屈折状態になることがあります。

こうしたことは別に近年、CLにより近視の進行抑制を図ることなどが試みられています。ただし、近視の進行の主な原因としては、眼軸長（目の前後方向の長さ）の伸長があり、この眼軸長は8歳から11歳頃までに伸長することが分かっています。臨床試験では一人の人をこうした年齢を含む長期間（年単位）にわたって経過を観察して近視抑制効

果についての結果を出す必要があるため臨床試験や臨床現場で近視抑制効果を証明することが難しいことが挙げられます。

なお、日本眼科医会での調査によると高校生以上になるとレンズケアがおろそかになるとのデータがあります。これは若年者の場合は親が子供に注意を促しているが、高校生や一人暮らしをするようになるという加減な使用法になるということが推測されます。事実、CL装用者が成人に多いという母集団のことが背景にありますが、CL装用後の眼痛で眼科を受診する例は成人例が主体です。

## 2) ディスポーザブルソフトレンズ（DSCL）は誰でも使用できるか

使い捨てレンズ（ディスポーザブルソフトレンズ：DSCL）には毎日使い捨てのレンズ（ワンデイDSCL）と毎日装用後にレンズケアを行い、それを2週間繰り返したのち、新しいレンズに交換するタイプ（頻回交換タイプ：ツウウィークDSCL）以外に1週間連続

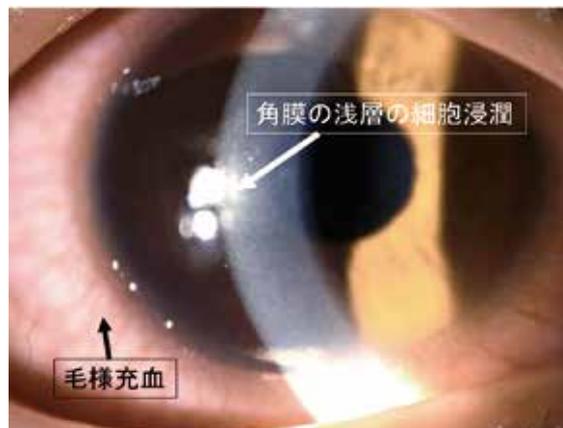


図3 ワンデイディスポーザブルソフトコンタクトレンズ装用者に生じた角膜炎（細胞浸潤）  
角膜中央の浅層に細胞浸潤と角膜周囲の血管の拡張（毛様充血）がみられる。  
治療が奏功し、瘢痕、視力障害を生ぜずに治癒。

装用後に捨てるレンズなどがあります。このうちワンデイ DSCL とツウウィーク DSCL について説明しますと両者は素材の進歩もみられ酸素透過性も改善されてきていますが、それでも角膜が必要とする酸素供給量を満たしてはいません。また、CL はハード CL (HCL) に求められるように角膜表面の曲率（個人個人で 0.01mm 単位で異なります）にあわせ、かつ角膜面上で円滑に動くことで涙液が CL と角膜の間に入り、あたかも CL が角膜表面上で涙液に挟まれた状態で存在するのが好ましいです。DSCL はコスト面からレンズの曲率とサイズは各社 1 規格（多くて 2 規格）です。そのため、DSCL が眼表面で食い込むようになってあたかも角膜、結膜に張り付いたように見える場合があります。すなわち、HCL は角膜形状に合わせて選択するのに対し、DSCL はレンズに角膜（眼表面）を合わせざるを得ないという違いがあります。したがって DSCL は誰でもが使用できるというわけではなく、乾燥感などがあるな

どの症状がある場合にはレンズメーカー（メーカーによりレンズ規格が異なる）を変えることで少しでも目にあったレンズを選択する必要があります。

なお、1 週間連続装用後に取り換えるタイプは夜間就寝中も装用していることとなりますが、連続装用レンズは素材としての問題以外に就寝時は外すタイプよりも角膜傷害などのリスクが高いことが報告されていることに留意する必要があります、個人的にはおすすめできません。

### 3) ワンデイディスポーザブルソフトレンズ (ワンデイ DSCL) は最も安全なレンズか

ワンデイ DSCL は毎日のレンズケアの問題がクリアされますが、レンズ装用時によく手指を石鹸と流水で洗って、外からの雑菌を持ち込まないようにする必要があります。ワンデイ DSL であっても角膜感染症を生じる例があり、また外さずに寝てしまい角膜傷害を生じた例もあります（図 3）。したがって

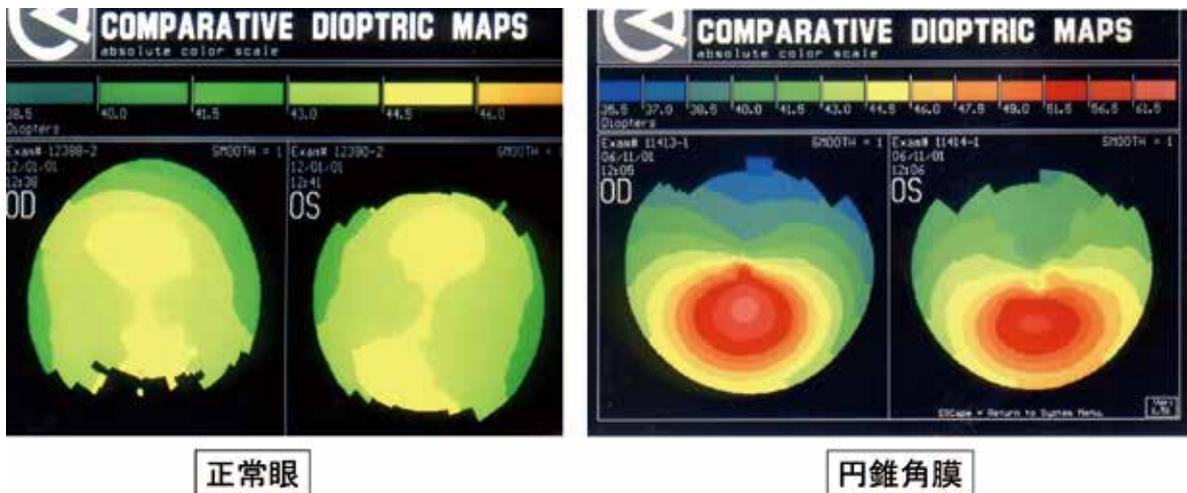


図4 角膜形状解析装置による角膜曲率の表示 (OD は右眼、OS は左眼を意味する。寒色系 (緑、青) はフラットな曲率 (曲率が小さい)、暖色系 (赤、橙) はスティーブな曲率 (曲率が大きい) であることを表している。

正常眼では全体にフラットで垂直方向が水平方向よりもわずかに曲率が高い。バスケットボールから極めてわずかにラグビーボールが縦方向にある形状とみることができる。

円錐角膜では中央からやや下方に角膜が突出した形状であることを示し、バスケットボールのような球状ではないことを示している。

十分に注意し、適正なレンズ選択を行うことが重要です。

#### 4) 乱視矯正 SCL

乱視は眼鏡処方でわかるように多くの場合、球面レンズに円柱レンズを180度とか90度に加えます。これを乱視の軸と呼びますが、乱視の軸が10度ずれても視力が低下することがあります。CLでの乱視矯正ではこの乱視軸が一定になるようにする必要があります。HCLですと1.0D程度の乱視であれば通常の球面度数のみのレンズで矯正できます。事実、角膜移植後の不正乱視や円錐角膜(図4)での乱視もHCLでは矯正が可能です。一方でSCLは柔らかいので角膜乱視を矯正する効果がHCLと比較して弱く、乱視矯正をするためには乱視軸を一定に保つ必

要があり、SCLの動きを抑制する必要があり、場合によってはタイトフィッティングと呼ばれる装用状態になります。

#### 5) 遠近両用 CL

一枚のレンズに遠方と近方の異なる焦点をもたせるのは光学的解像度から無理があると言わざるを得ません。また遠方、近方の像を同時に網膜に結像し、視中枢で取捨選択する方式であるため、こうした見え方に習熟する必要があります。眼精疲労の原因になる可能性があります。また、瞳孔径が小さくなるとレンズの特性が活用できません。

#### 6) ハードCL (HCL) は装用感が悪かったり、痛みがあるのではないか

HCLは4)で記載したように角膜表面の

曲率にあわせ、かつ角膜中央でのセントリングが良好になるようにレンズの曲率、サイズを選択する必要があります。HCLは角膜径よりもサイズが小さく、かつ酸素透過性が高い素材が開発され角膜への酸素供給量の改善がはかられています。また、レンズ下の涙液交換が良好になっています。こうしたレンズ装用状態のためにはレンズ径のみならずレンズエッジの形状（ベベルと呼ばれます）なども重要な役割を担っており、レンズ会社によって異なります。CLの選択には十分な知識が必要ですが、DSCLが主流の状況にあって、DSCLは眼科医にとってレンズ度数の選択以外に深い知識が必要なく、症例ごとに違いを経験する機会が乏しくなり、逆にHCLの処方では眼科専門医にとっても難しくなっています。良好な装用感のHCLの処方を得るには経験のある眼科専門医を見つける必要があります。薄型のSCLで生じる角膜上方やスマイルパターンと呼ばれる点状表層角膜症に対してはHCLが選択になりますが、HCLもサイズが大きくなっているため「3・9時角膜ステイニング（点状表層角膜症）」を生じやすくなっています。

## 7) 結膜炎

結膜炎の場合はCL装用を中止し、原因疾患の治療を行うのが原則です。そのためにCL装用中止した場合の代替の眼鏡をもっていることが大切です。CL装用では定期的に眼科専門医の診察を受け、病態の変化、合併症の有無の検査を受けることが重要です。

結膜炎の原因はいろいろありますが、非感

染性と感染性とに大別してみます。

### ① 非感染性の主体はアレルギー性結膜炎

アレルギー性結膜炎は花粉症に代表される季節性とハウスダストなどによると考えられる通年性とがあります。また、CLが誘因とされる巨大乳頭結膜炎もあります。

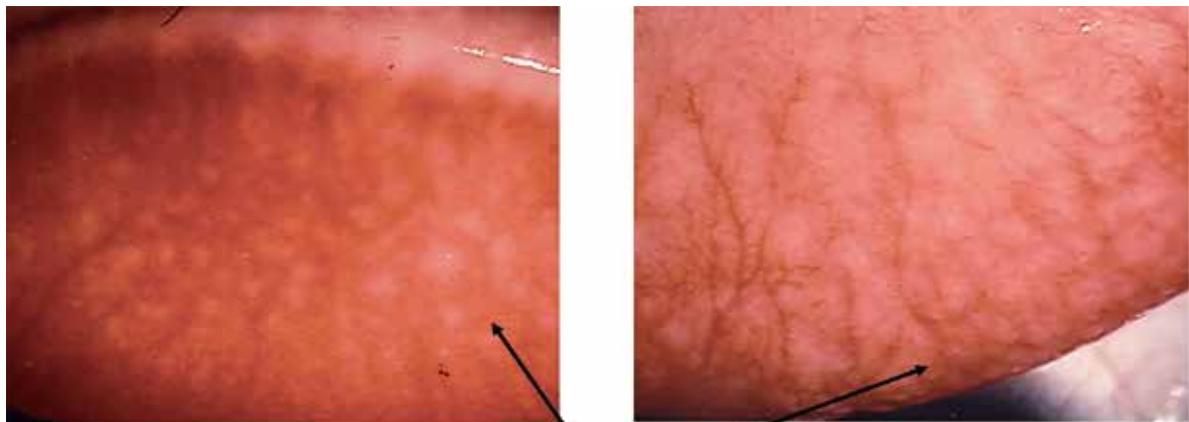
季節性アレルギーおよび通年性結膜炎は痒み、流涙、眼脂などの症状によりCL装用が困難になります。眼脂等によるCLの汚れに対してはワンデイDSCL、もしくはHCLのレンズケアを毎日適切に行うことで改善することがあります。

CLによる眼瞼の乳頭変化はCLの中でも含水率の高いSCLに多く生じるとされCLに付着残存する汚れが原因の一つと考えられています（図5）。

この場合、低含水率のSCLまたはHCLへの変更が検討されますが、HCLでも乳頭変化は軽度であっても同様な病態を生じる例もあります（図5）。近年はワンデイDSCLで経過をみることとなります。しかし、乳頭増殖に対する治療には専門的な知識が必要です。

### ② 感染性結膜炎

感染性結膜炎の原因としては細菌、ウイルス、真菌があります（アイバンクジャーナル23-1参照）。強い眼脂、充血、流涙などが主体で痛みはHCLでは強く感じることがありますが、SCLの場合は装用すると逆に痛みが軽減する場合があります、その状態で角膜に病変が及んでいる可能性があり、要注意です。充血は白目（眼球結膜）と瞼の裏（眼瞼結膜）全体の充血および前述の角膜縁に沿って充血



ソフトコンタクトレンズ 乳頭 ハードコンタクトレンズ

図5 コンタクトレンズ装用者に見られた巨大乳頭結膜炎

ハードコンタクトレンズに見られる乳頭変化の方がわずかに小型、フラットのことが多い。

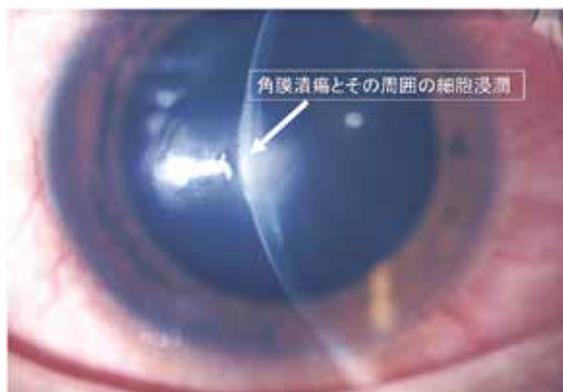


図6 ソフトコンタクトレンズ装用者にみられたセラチア菌角膜炎

角膜炎病巣部は比較的浅く、局在していたため癒痕治癒し、視力は回復した。

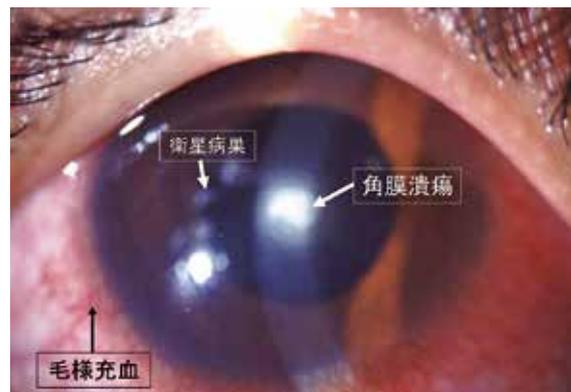


図7 コンタクトレンズ装用者に生じた角膜病変

主病巣である角膜潰瘍の周囲に小さな白色の病巣（衛星病巣）がみられ、毛様充血も強い。衛星病巣がみられる場合は細菌以外に真菌が原因である可能性も考慮する必要がある。

（毛様充血）が強い2タイプに分けられます。結膜全体に沿っての充血は通常の結膜炎ですが、角膜に沿っての充血は角膜に病変があることを意味し、そのままCL装用を続けるのは大変危険です。図6はソフトコンタクトレンズ装用者にみられた細菌（セラチア菌）感染症です。眼脂は細菌性とウイルス性とで性

質が異なりますが、両者を鑑別するのは眼科専門医にとっても難しいです。図7は真菌感染も考慮する必要がある症例です。また、図8はアcantアメーバ角膜炎です。癒痕治癒させることはできましたが、視力不良のため、全層角膜移植が必要となりました。海外でソフトコンタクトレンズのケアが十分にで



図8 ソフトコンタクトレンズ装用者に生じた  
アカントアメーバ角膜炎

角膜潰瘍の周囲には淡い白色の細胞浸潤が見られる(左上)。

この症例では角膜炎治癒後に強い角膜混濁、視力障害が生じ(右上)、角膜移植が必要となった(右下)。

きず、両眼、アカントアメーバに罹患。ステロイド点眼で一時的に症状の改善が得られた直後に(治療法として不適切ですが、十分な知識がない事例にみられます)、悪化し角膜穿孔の状態で帰国。両眼ともに治療的角膜移植以外に選択肢がなかった事例を経験しています。

いずれにしても繰り返しになりますが、いつもと異なる充血や違和感、眼脂がある場合はCLをはずし、眼科専門医を受診し、原因に対する適切な治療を受けるとともに、CL装用の再開時期についても相談してください。

## 8) ドライアイ

ドライアイとCL装用については難しい問題です。現在のCL(HCL、SCLともに)は

酸素透過性を高めるためにシリコンを素材に含むものが多いです。この場合、酸素透過性は高くなるのですが、表面の水濡れ性が低下するためにレンズ表面の涙液の伸展性が悪くなるために、表面の水濡れ性を改善する処理がなされています。また、SCLでは酸素透過性を高めるために含水率を高めたレンズがあります。この場合は眼表面の涙液がレンズを通して蒸散する場合があります。こうしたCLの性質があるので元々乾燥感が強い場合は、CL装用でさらに乾燥感、ドライアイが増悪する例があります。ドライアイとの自己診断で人工涙液の頻回の点眼をするのは好ましくなく、眼科専門医の診断の下でCLの選択もしくはCLではなく眼鏡装用にするのかを決めることが大切です。