

最近の技術から

眼 内 レ ン ズ

魚 里 博

奈良県立医科大学眼科 〒634 橿原市四条町 840

1. ま え が き

最近の高齢化社会に伴い、白内障の手術療法である眼内レンズ (IOL) 移植手術の発展は著しく、その件数も急増している^{1,2)}。米国では年間百数十万眼、わが国でも年間 20 万眼にもおよぶ IOL 移植件数に達しているものと思われる。そのため、移植手術や手術器具のみならず、レンズやループの材質や形状などにも改良・改善が試みられている。とくに最近では、二重焦点や多重焦点の IOL、紫外線吸収 IOL、シリコンなどの柔らかい材質の IOL や形状記憶型の IOL 等の開発も進められている³⁾。ここでは眼科臨床における光学の観点から最近の新しい IOL について解説を試み、今後の最適な IOL を開発するための一助となれば幸いである。

2. レ ン ズ 形 状

IOL は大別すると、前房レンズと後房レンズに分けられるが、特殊な症例を除いては、大部分が後房レンズが利用されている^{1,3)}。またレンズの断面形状も平凸 (前面が凸) が主流であるが、最近では両凸レンズの他メニスカスレンズや平凸レンズの後面にレーザー用リッジ付きのレンズも登場している (図 1)。これはおもに、後発白内障 (水晶体後囊の 2 次的な混濁) を Nd-YAG レーザーで治療する場合にレンズへの損傷を防ぐ意味から、レンズ後面と後囊の隙間を確保するためである。

通常の IOL は光学部のレンズと支持部のループから成っているが、光学部の直径は 6~7 mm で、最近では大きめの 6.5~7 mm のレンズがよく利用されるようになっている。この理由は、光学部の有効面積が約 30~40% 増加し、眼の中で IOL が偏位 (偏心や傾斜)^{2,4)} しても瞳孔領域内に光学部がとどまりやすいからである。またレンズの光学部には 2~4 個程度のホールが加工されて、手術時の IOL の制御を容易にしていたが、IOL の偏位によって、このホールが瞳孔領域にかかるとグレアの原因^{2,4)} になるため最近ではホール無しのレンズも増加している。

IOL のループも各種のものがあるが、J-タイプや C-タイプのもがよく利用されている。しかし、水晶体後囊の混濁化やレンズの偏心を減少させる目的で、光学部と支持部を一体化した、1 ピースのディスク型 IOL が推奨され始めている (図 2)。このような一体型レンズや大口径の 7 mm レンズでは、手術時には大きな切開を必要とし、術後にその縫合により乱視が発生しやすくなる欠点がある。

現在のところ、IOL の最適形状についてはまだ結論が出ていないが、IOL の光学的な問題のみならず、手術時の操作性や安全性さらには術後のレンズの安定性や視機能などさまざまな観点から最良のレンズデザインを今後検討する必要がある。

3. 紫 外 線 吸 収 IOL

米国では紫外線吸収レンズが普及してきており、約 85% に紫外線吸収の IOL が用いられている。眼の分光透過特性は加齢によって大きく変化するが、白内障になれば分光透過率は可視域の全域で著しく低下する。とくに短波長側での低下が著しく、そのため普通の IOL を移植されるといままでは著しく透過率やその分布に変化が生じる^{1,2)}。最近の紫外線吸収レンズは約 400 nm 以下の波長を吸収できるようになっている (図 3)。そのため普通の PMMA レンズに比較して白内障手術の合併症である CME (類囊胞黄斑浮腫) の発生が少なくなり、また暗所視の感度 (scotopic sensitivity) 低下が認められない利点等もある⁵⁾。

4. 多 重 焦 点 IOL (Multifocal IOL)

一般に水晶体を摘出すると、無水晶体眼となって眼の調節機能は消失するため、IOL を移植しても基本的には固定焦点の光学系であることは免れない。そのため、最近では、遠用と近用の 2 重焦点 IOL や、遠用から近用まで屈折力の変化した多重焦点 IOL が注目されている (図 4)。大きく分けると、図に示すように、(a) レンズの光学領域を遠用と近用で同心状に分割するものと、

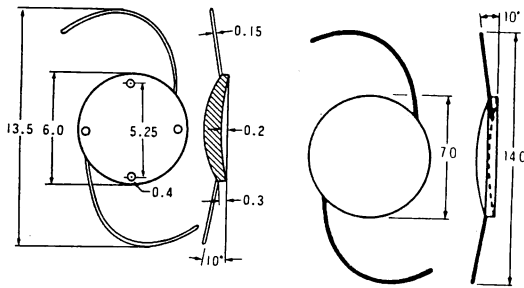


図1 レーザリッジ付きメニスカス IOL. ポジショニングホール付き 6mm 光学径と、ホール無し 7mm 光学径の IOL

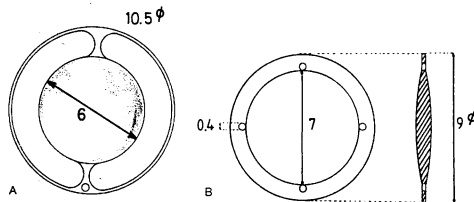


図2 1ピース, 全 PMMA 製レンズ(A), 全 PMMA 製ディスクレンズ(B)

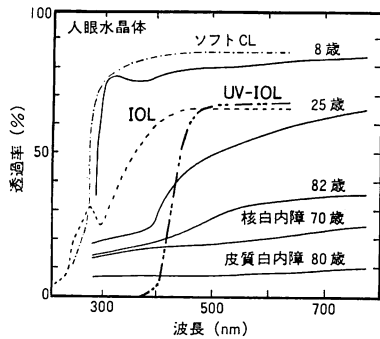


図3 ヒト水晶体の加齢による分光透過率の変化と IOL の分光透過率 (クリア PMMA 製 IOL と紫外線吸収型 PMMA 製 IOL)

(b)位相型のフレネルゾーンプレートを応用するもの (diffractive IOL), さらには(c)レンズの表面形状を非球面化するタイプに分かれる. 光学的に興味のある diffractive IOL は遠用と近用とも共通の瞳孔領域を使用するため, 瞳孔に依存しないし, 遠近の光量はほぼ同じで同時視が可能である(図5). しかし, 回折による光の損失やコントラストの低下があり, また色収差の影響も大きい. 遠用と近用に光量が分割されるため, 単一焦点のものに比較して暗くなることは, とくに片眼性の IOL では問題となる.

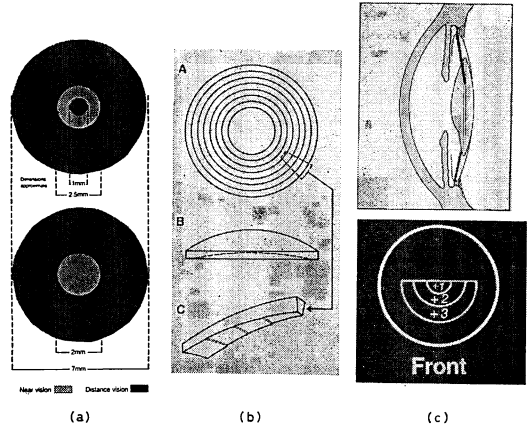


図4 多重焦点 IOL. (a)瞳孔領域内遠近分割型, (b)回折を応用した遠近両用型, (c)表面非球面型

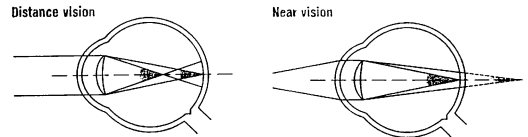


図5 Diffractive IOL による遠方と近方視

5. む す び

眼のレンズ(水晶体)は, 本来非球面形状でかつ内部の屈折率は分布を有して形状や厚みを変化させて, 調節を可能としている. 近い将来, 眼内レンズもこのような眼の水晶体に近いレンズに近づけて, 遠くから近くまで調節可能な人工レンズや水晶体の再生が可能になることが期待される.

文 献

- 1) 魚里 博: "眼内レンズ (人工水晶体)", 応用物理, 54 (1985) 1039-1051.
- 2) 魚里 博: "偽水晶体眼における光学", 眼科手術, 2 (1989) 279-295.
- 3) D. A. Apple, M. C. Kingaid, N. Mamalis and R. J. Olson: *Intraocular Lenses, Evolution, Designs, Complications, and Pathology* (Williams & Wilkins, Baltimore, 1989) pp. 175-221.
- 4) 魚里 博, D. L. Guyton: "Purkinje 第3及び第4像を用いた眼内レンズの傾きと偏心の臨床的検査法", 日本眼科学学会誌, 8 (1987) 110-115.
- 5) J. S. Werner and L. Spillmann: "UV-absorbing intraocular lenses: safety, efficacy, and consequences for the cataract patient," Graefes Arch. Ophthalmol., 227 (1989) 248-256.

(1989年7月14日受理)