

水晶体嚢内の眼内レンズ周囲の観察

綾木 雅彦¹⁾²⁾, 邱 信男³⁾

¹⁾慶應義塾大学医学部眼科学教室, ²⁾静岡赤十字病院眼科, ³⁾きゅう眼科医院

要 約

白色家兎を用いて眼内レンズ (IOL) 移植手術を行い, IOL 周囲の状態について病理組織学的に検討した. IOL が光学部およびループともに嚢内に固定された例を中心に検討したところ, ループ周囲は水晶体上皮細胞と膠原線維で囲まれていた. 光学部の周囲は, 前嚢の接触部では紡錘型細胞とともに膠原線維がみられ, これは創傷治癒機転と考えた. そこから離れた部位では膠原線維と細胞残渣が電子顕微鏡にて観察される程度であった. 光学部後面と後嚢の間には再生水晶体線維や伸展不十分な水晶体上皮細胞や, 線維性の増殖がみられた. (日眼会誌 96:1106-1111, 1992)

キーワード: 眼内レンズ, 水晶体上皮細胞, 創傷治癒, 嚢内固定, 水晶体嚢

Pathology of IOLs Placed in the Capsular Bag of White Rabbit Eyes

Masahiko Ayaki¹⁾²⁾ and Nobuo Kyu³⁾

¹⁾Department of Ophthalmology, Keio University School of Medicine

²⁾Eye Clinic, Shizuoka Red Cross Hospital, ³⁾Kyu Eye Clinic

Abstract

The authors performed a histopathological study to observe the surface of IOLs placed inside the capsular bag of white rabbit eyes. While a cellular reaction to the haptics was indicated by lens epithelial cells and collagen fibers surrounding the haptics, a wound healing reaction at the anterior capsule-optic junctions was suggested by an extensive amount of spindle cells and collagen fibers. However, collagen fibers and degenerated cells on the optics could be seen only under electron microscopy. Regenerated lens fibers, lens epithelial cells, and proliferation of spindle cells were noted between the posterior side of the optics and the posterior capsules. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 96:1106-1111, 1992)

Key words: Intraocular lens, Lens epithelial cell, Wound healing, In-the-bag fixation, Lens capsule

I 緒 言

1982年に Wolter¹⁾が lens implant cytology を発表して以来, 移植眼内レンズ (IOL) の表面変化に関してさまざまな研究が行われている. それらは IOL の素材としてのポリメチルメタクリレート (PMMA), ポリ

プロピレン (プロリン®), シリコンなどの異物反応を検討することによって, IOL の生体適合性を追及していくものである. しかし, 今や IOL 嚢内固定が一般のとなり, ループはもとより光学部までも水晶体嚢に包まれる例が増加してきているため, 従来のように IOL と房水の境界面のみでなく, 水晶体嚢内の IOL 周囲の

別刷請求先: 160 新宿区信濃町35 慶應義塾大学医学部眼科学教室 綾木 雅彦
(平成4年2月26日受付, 平成4年4月8日改訂受理)

Reprint requests to: Masahiko Ayaki, M.D. Department of Ophthalmology, Keio University School of Medicine, 35 Shinano-Machi, Shinjuku-ku 160, Japan

(Received February 26, 1992 and accepted in revised form April 8, 1992)

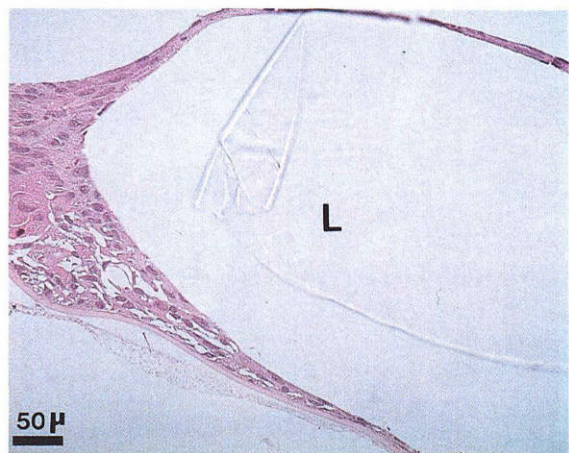


図1 術後3日のループ周囲に増殖した水晶体上皮細胞。
水晶体線維への伸展やループ周囲の膜形成はみられない。図はすべて上方が前囊側、下方が後囊側。Lはループ。ヘマトキシリン、エオジン (H.E.) 染色、×200。

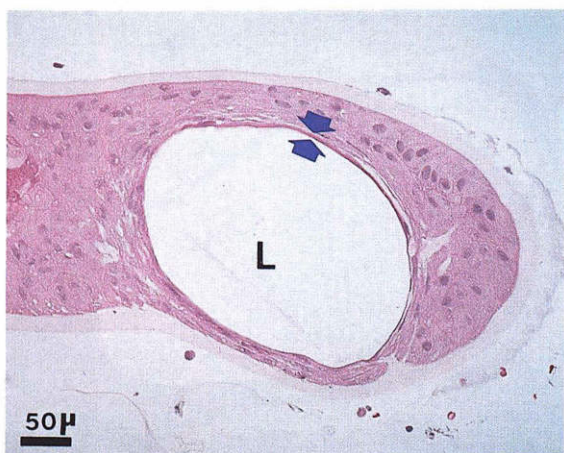


図2 術後2週のループ周囲の伸展した水晶体上皮細胞。
ループ上方に膜形成と思われる所見がある (矢印)。Lはループ。H.E. 染色、×200。

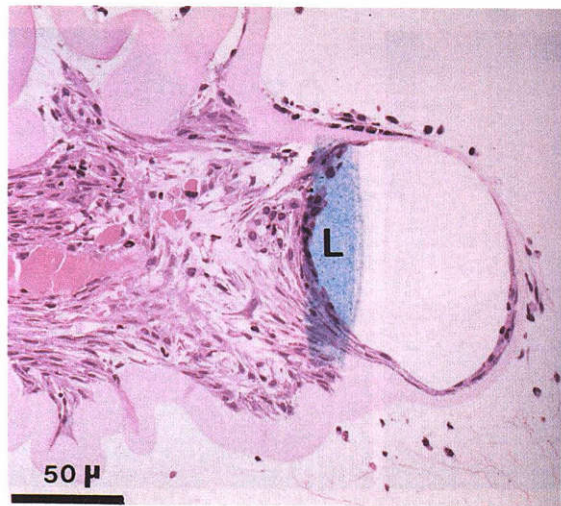


図3 術後2週のループ周囲に増殖した紡錘型細胞。
Lはループ。H.E. 染色、×400。

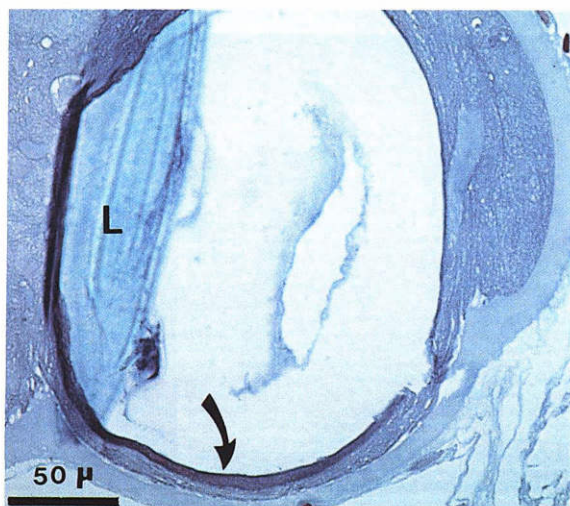


図4 術後2週のループ周囲にみられる膜組織 (矢印)。
膜組織の構造は比較的均一にみえる。Lはループ。マッソントリクローム染色、×400。

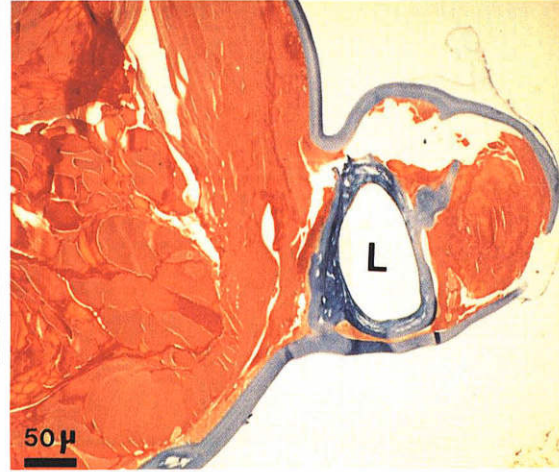
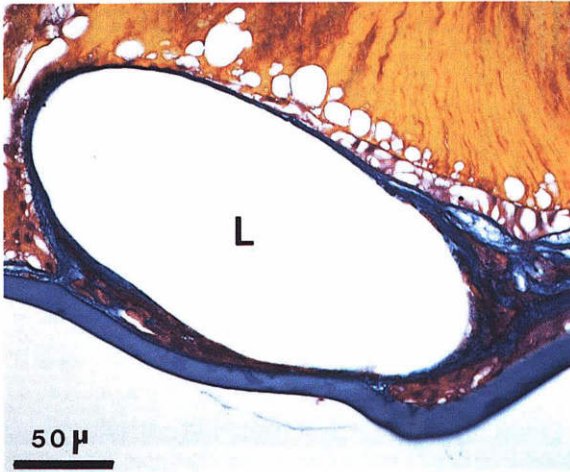
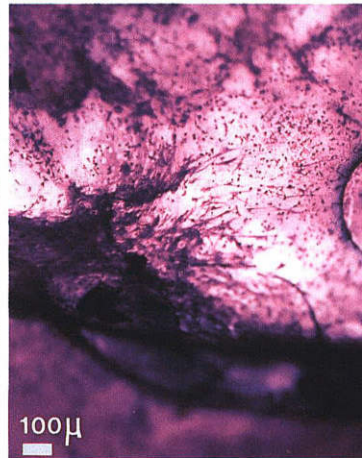


図5 術後1か月のループ周囲にみられる膜組織。膜組織は膠原線維染色陽性で、本例では網状の粗な構造をしている。ループ付近の水晶体線維に空胞がみられるが、これはループ付近に限らず水晶体囊付近でしばしば観察される変化である。Lはループ。マッソントリクローム染色、 $\times 400$ 。

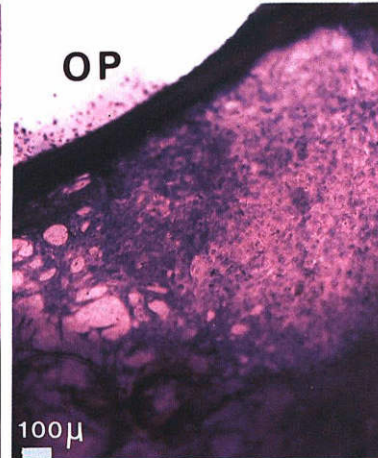
図6 術後1か月のループ周囲にみられる膜組織。膜の構造は密な部分と粗な部分が混在しており、染色性は水晶体囊と類似している。Lはループ。マッソントリクローム染色、 $\times 200$ 。



A



B



C

図7 前囊切開断端縁付近で増殖する水晶体上皮細胞。

A(術後24時間, H.E. 染色, $\times 200$.): 前囊が翻転し、フィブリンが水晶体上皮細胞、前囊前面、IOL 前面に付着している。OPはIOL光学部。B(術後3日, H.E. 染色, $\times 40$.): 前囊下で増殖した細胞が一部IOL 前面にも進展している。C(術後2週, H.E. 染色, $\times 40$.): 前囊下で密に増殖した水晶体上皮細胞。前囊混濁を呈している。

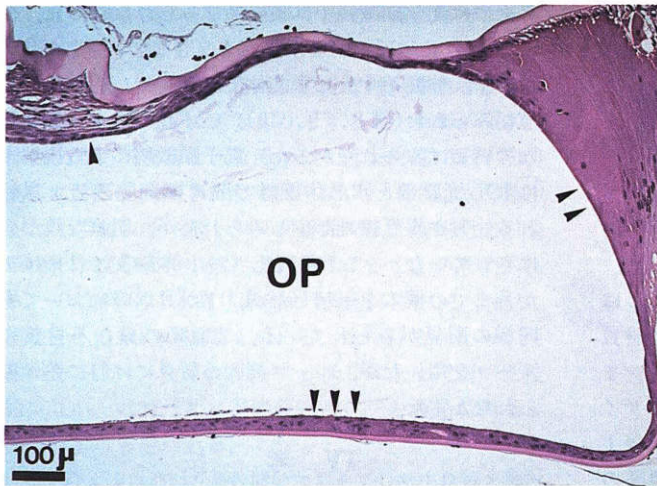


図8 術後1か月の例のIOL光学部周囲、前囊切開断端縁付近には紡錘型細胞の増殖がみられる(1つの矢じり)。そこより離れた部位では再生水晶体線維との接触のみ認められる(2つの矢じり)。IOL光学部(OP)と後囊の間にも水晶体上皮細胞が進入し、再生水晶体線維を形成している(3つの矢じり)。H.E.染色, ×100.

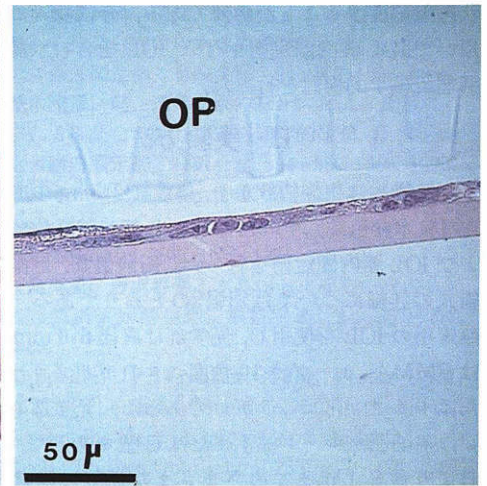


図9 術後1か月のIOL光学部と後囊の間隙。IOLに圧迫され、伸展不十分な水晶体上皮細胞、OPはIOL光学部。H.E.染色, ×400.

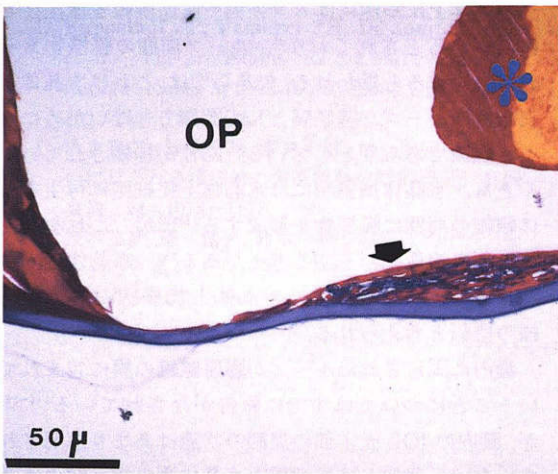


図10 術後1か月のIOL光学部と後囊の間隙、紡錘型細胞と膠原線維染色陽性物質がみられる(矢印)。右上方(*)はホールを通して上方から進入してきた再生水晶体線維。OPはIOL光学部。マッソントリクローム染色, ×400.

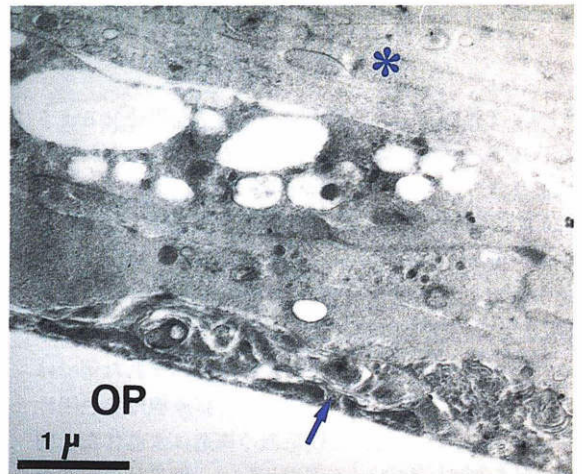


図11 術後2週の水晶体嚢内のIOL光学部の境界面の電子顕微鏡写真。再生水晶体線維(*)とIOL光学部の間に空胞変性をきたした水晶体線維と膠原線維(矢印)がみられる。OPはIOL光学部, ×6000.

状態を把握することが必要である。今回我々は家兎を用いて IOL 嚢内固定術を行い、IOL を含む水晶体嚢の病理組織学的検討を行った。

II 実験方法

実験動物は生後約 6 か月、体重約 2.5 kg の成熟ウサギ（日本白色種）で、42 眼に対し超音波乳化吸引術および IOL 嚢内固定術を行った。術前処置、麻酔方法、術式の詳細については別報²⁾のとおりである。IOL は臨床用の IOL を使用し、光学部は直径 6.0 mm で材質は PMMA、ループは 10° 角度つきのポリプロピレンまたはポリフッ化ビニリデンであった。光学部のデザインは前面凸、ループは J または C 型であった。術後 1 日より最長 1 年までのさまざまな期間の経過観察の後、摘出眼球の病理組織学的検討を行った。光学顕微鏡用試料の大部分は IOL を溶解することなくパラフィン包埋し、光学部とループを含めてウルトラミクロトームを用いて厚さ 1.5 ミクロンの薄切切片を作製した。一方水晶体嚢に包まれた IOL を Wolter¹⁾の方法に従って固定後染色した。染色はヘマトキシリン、エオジン染色とマッソントリクローム染色を行った。電子顕微鏡用試料はエポン包埋して超薄切片を作製し、酢酸ウランとクエン酸鉛による二重染色を行い、電子顕微鏡（日本電子 JEM-100 SX）で観察した。

III 結 果

術後 3 日のループ周囲には炎症反応を思わせるような白血球、リンパ球やフィブリンの集積はみられず、水晶体上皮細胞がループを囲むように増殖していた（図 1）。術後 2 週間頃より後嚢上の水晶体上皮細胞は伸展を始めていた。ループ周囲の細胞は一樣ではなく、充分伸展して水晶体線維となった水晶体上皮細胞や（図 2）、紡錘型細胞がみられ（図 3）、標本によってはこれらが混在していた。水晶体線維で囲まれた例ではループに接して膜組織が形成され、膠原線維染色陽性であった。ループを囲む膜組織の構造は水晶体嚢と同様に比較的均一にみえる例や（図 4）、網目状の粗造な構造をしている例や（図 5）、それらが混在したような例（図 6）がみられた。前嚢と IOL 光学部が接着した部位では特に前嚢切開断端縁において術後早期から水晶体上皮細胞の線維性の増殖が著明であった（図 7）。それらは膠原線維を多く含む膜組織を IOL 光学部と前嚢の間に形成し、いわゆる前嚢混濁を呈していた。水晶体嚢内では IOL 光学部と再生水晶体線維との境

界面には光学顕微鏡では膜組織はみられなかった。後嚢と IOL 光学部との間の所見はさまざまで、再生水晶体線維や、伸展不十分な水晶体上皮細胞や、線維性の増殖がみられた（図 8, 9, 10）。いずれの場合にも明瞭な膜構造はみられなかった。電子顕微鏡による観察では IOL 光学部と水晶体線維の間には細胞残渣と思われる物質や膠原線維が少しみられたが、明瞭な膜形成はされていなかった（図 11）。なお、本論文では術後 1 か月までの標本を呈示したが、1 か月以降においても同様の所見がみられている。2 種類の異なる材質のループを用いたが、ループ周囲の所見には特に差はみられなかった。

IV 考 按

移植 IOL 表面の膜様構造の成分としてはコラーゲン³⁾、フィブロネクチン⁴⁾⁵⁾などの報告があるが、それらの由来はまだ明らかにされていない。一方、水晶体嚢内の IOL の被覆物の由来は水晶体上皮細胞に断定してよいと思われる。後発白内障の病理組織学的検討から、術後一週頃より水晶体嚢内には水晶体上皮細胞以外の細胞は認められないことが明らかにされているからである^{6)~8)}。ただし毛様体などから他の上皮系細胞が浮遊してきた可能性は残されている。

水晶体上皮細胞にはムコ多糖や膠原線維を産生する機能があるとされており⁹⁾、ループ周囲の膜様物もそれに相当すると思われる。矢島¹⁰⁾は、これは水晶体上皮細胞がループを基底膜として認知できないためにおこる現象であろうとしている。IOL が移植されていなくとも、水晶体損傷時には水晶体上皮細胞は再生水晶体線維の周囲に膜様物を形成する¹¹⁾¹²⁾が、これを水晶体の創傷治癒機転とする考えがある¹³⁾。水晶体嚢内の IOL のループを包囲した水晶体上皮細胞の挙動も同様の機転と考えられる。

嚢内に固定されたループが膠原線維の膜に包まれていることについてはすでに報告がなされている^{14)~18)}が、嚢内の IOL 光学部の周囲の状態はあまり解明されていない。著者らは光学部と水晶体嚢の相互関係は 3 種類に分けられることを報告しているが¹⁸⁾、その中で前嚢と後嚢が線維性組織を介さずに IOL をはさんで接着している場合には、水晶体上皮細胞は IOL 周囲でさまざまな形態を示している。前嚢切開断端縁では創傷治癒機転としての線維性増殖を示し、これには前嚢下の水晶体上皮細胞のみが関与している。そこから離れるに従って、再生水晶体線維が光学部を包囲してお

り、その境界面にも膠原線維や細胞残渣がみられる。ただし、ループ周囲のような明瞭な膜形成はされない。この光学部とループの周囲の所見の違いは両者と水晶体囊との位置関係によるものと考え、ループは水晶体上皮細胞が豊富な赤道部により近い位置にあり、前後囊によって閉鎖された空間内にはほぼ水晶体内異物として存在している。ループ周囲では水晶体上皮細胞単独での反応状態が強く現われてくることが推測される。一方光学部は水晶体囊内より一部が露出しており、房水や他の細胞の影響も加わる。また赤道部からも距離があるため、反応に関与する水晶体上皮細胞が比較的少ない。このために光学部とループの所見が異なってくるものと思われる。

稿を終えるにあたり御校閲いただきました小口芳久教授に深謝いたします。実験に御協力いただいた鈴木 純先生ならびに八木弥八技師に厚く感謝いたします。

文 献

- 1) **Wolter JR**: Lens implant cytology. *Ophthalmic Surg* 13: 939-942, 1982.
- 2) 邱 信男, 鈴木 純, 綾木雅彦: 家兎を用いた眼内レンズ移植実験の手術方法. *眼紀* 39: 425-428, 1988.
- 3) 大平明弘, 大島健司, 山中昭夫, 他: 人工水晶体の生体親和性に関する研究. *日眼会誌* 90: 1591-1597, 1986.
- 4) **Kappelhof JP, Pameyer JH, De Jong PTVM, et al**: The proteinous coating and cytology of implant lenses in the rabbits. *Am J Ophthalmol* 102: 750-758, 1986.
- 5) 坂本泰二, 石橋達朗, 菅井 滋, 他: 眼内レンズ表面に見られる膜様物の免疫組織化学的研究. *日眼会誌* 94: 1074-1078, 1990.
- 6) 綾木雅彦, 邱 信男, 鈴木 純: 超音波乳化吸引術後の水晶体上皮細胞の動態. *あたらしい眼科* 5: 1651-1653, 1988.
- 7) 綾木雅彦, 邱 信男: 眼内レンズ挿入家兎眼にみられる後発白内障の病理組織学的研究. I. 眼内レンズ囊外固定例. *日眼会誌* 94: 553-558, 1990.
- 8) 綾木雅彦, 邱 信男: 眼内レンズ挿入家兎眼にみられる後発白内障の病理組織学的研究. II. 眼内レンズ囊内固定例. *日眼会誌* 94: 559-565, 1990.
- 9) **McDonald JE, Roy FH, Hanna C**: Mechanism of formation of lentoid of Thiel. *Ann Ophthalmol* 6: 899-904, 1974.
- 10) 矢島保道, 唐沢容子: 水晶体上皮細胞の眼内レンズ移植術後病態生理. *眼科手術* 2: 267-277, 1989.
- 11) **Kappelhof JP, Vrensen GFJM, Vester CAM, et al**: The ring of Soemmerring in the rabbit. A scanning electron microscopic study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 233: 111-120, 1985.
- 12) **Fagerholm PP**: The response of the lens to trauma. *Trans Ophthalmol Soc UK* 102: 369-374, 1982.
- 13) **Unakar NJ, Harding CV Jr, Reddan JR, et al**: Characterization of wound healing in the rabbit lens. *J Microscopy* 16: 309-320, 1973.
- 14) 杉谷幸彦, 直原修一, 船橋正員: 人工水晶体の眼内固定機序に関する実験的研究. *日眼会誌* 86: 1362-1369, 1982.
- 15) 谷口重雄, 河井克仁, 稲富 誠, 他: 後房レンズ移植52日後の眼力組織変化. *眼紀* 34: 842-850, 1983.
- 16) 石橋達朗, 菅井 滋, 大西克尚, 他: ヒト後房レンズ移植眼の病理組織学的研究. *IOL* 1: 136-141, 1987.
- 17) 川島秀俊, 清水公也, 堀 貞夫, 他: 人工水晶体移植術を施行したサル眼の病理組織学的検討. *日眼会誌* 91: 1000-1007, 1987.
- 18) 湯口琢磨, 海谷忠良, 中村泰久, 他: 後房眼内レンズ支持部の周囲眼組織への影響. *眼紀* 42: 1722-1728, 1991.