『眼科臨床紀要』　論文タイトルページ

（所属・執筆者名は、筆頭著者および共著者ともに記入してください）

『日本語』

論文名:ビスコカナロストミー・白内障同時手術後のレイクの存在と眼圧との関連

所　属:佐々木眼科医院

著者名:佐々木究

『英　語』（必須）

論文名:Relation between lake and intraocular pressure in patients with viscocanalostomy and cataract surgery

所　属:Sasaki Eye Clinic

著者名:Kiwamu Sasaki

□会員　☑非会員（筆頭著者についていずれかにを☑お付けください）

別刷請求宛先

住　所：〒880-0837 宮崎市村角町前畑 438-3 佐々木眼科

氏　名：佐々木究

電　話：0985-20-0080　　FAX：0985-20-0143

e-mail：ssk0080@iris.ocn.ne.jp

校正宛先（別刷請求宛先と異なる場合のみ記入）

住　所：〒

氏　名：

電　話：　　FAX：

e-mail：

原稿枚数：本文　6　枚／図・写真　3　点／表　3　点

カラー掲載：□有（ご希望される図・写真等は原稿にご明示下さい）　☑無

別冊希望部数　30 部

要約

目的：白内障合併緑内障患者にビスコカナロストミー・白内障同時手術を施行し、長期経過した症例に対する強角膜内レイクの存在と眼圧との関連を検討した。

対象と方法：X 年 1 月から 7 月まで前眼部 OCT にてレイクの有無を評価した緑内障患者で、X-9 年 1 月から X 年 3 月までにビスコカナロストミー・白内障同時手術を施行し、術後 4 ヶ月以上経過した症例を対象に、診療録調査を実施した。

結果：対象眼は 178 例 261 眼で、169 眼(65%)でレイクが観察された。レイク観察時点の眼圧（術後眼圧）は、レイクあり群がレイクなし群に比較し有意に低値であった（あり群:12.6±2.0mmHg、なし群:13.4±2.7mmHg, P=0.019)。術後眼圧に関連する因子の多変量解析で、レイクの有無は独立した関連因子であった。

結論：ビスコカナロストミー・白内障同時手術後のレイクの存在は、術後眼圧の低値に有意に関連していた。

キーワード
ビスコカナロストミー、白内障同時手術、前眼部 OCT、レイク、眼圧

緒言

Stegmann らは南アフリカで 157 例 214 眼の開放隅角緑内障の患者に対して行った緑内障手術を、ビスコカナロストミー(viscocanalostomy)として 1999 年に報告した[1)]。その結果は平均観察期間 35 ヶ月で、術前の平均眼圧 47.4mmHg が術後 16.85mmHg となり、64%の眼圧下降が得られていた。術式は深部強膜弁切除(deep sclerotomy)を行ったのちに、シュレム管内壁と前部線維柱帯の基底膜を露出して窓を作成、シュレム管断端から管内にヒーロン V®を注入するものである。術後に深部強膜弁切除を行った部位に一致して液体が貯留するレイクが形成される。レイクは術後眼圧との関連が検討されており、術後 1 年間の形態について今までに報告はあるものの[2)3)]、長期間経過した症例について検討した報告はない。ビスコカナロストミーは眼圧下降機序が十分に解明されていないこと、また近年、さまざまな小切開、低侵襲緑内障手術が出現していることもあり[4)]、一般に普及した術式とはなっていない。今回、前眼部 OCT(OCT)を用いてレイクの存在を評価した緑内障患者で、ビスコカナロストミー・白内障同時手術後、長期間経過した症例に対して、レイクの有無と眼圧との関連を検討し、眼圧下降機序について考察したので報告する。

対象および方法

1. 対象

対象は佐々木眼科医院で、X 年 1 月から 7 月までに OCT にてレイクの有無を観察した緑内障患者で、X-9 年 1 月から X 年 3 月に白内障合併緑内障に対しビスコカナロストミー・白内障同時手術を行い、術後 4 ヶ月以上経過した症例とした。対象とした緑内障は原発開放隅角緑内障 (POAG)、落屑緑内障、前視野緑内障(PPG)で、閉塞隅角緑内障、正常眼圧緑内障は除外した。また、術後に眼圧のコントロールが不良となりトラベクレクトミーを追加した症例も除外した。PPG の手術適応は、落屑眼、眼圧 20mmHg 以上の既往、僚眼が緑内障のいずれかであった。眼圧はゴールドマン眼圧計での測定結果とした。

当院のビスコカナロストミー・白内障同時手術の手技は[1)5)]、結膜切開の後、外下方の強角膜創 2.3mm より超音波乳化吸引術、眼内レンズ挿入術を行い、その後耳側よりビスコカナロストミーを行った。角膜輪部で 4mm、後方で 3mm の台形の 1 枚目の強膜フラップを角膜に切り込む形で作成、次いで 1 枚目のフラップよりやや小さめに、深部強膜弁切除を行った。薄く残った強膜をさらに剥離しシュレム管内壁、次いで前部線維柱帯の基底膜を露出し、強膜を切除後シュレム管の断端から管内にヒーロン V®を注入した。注入量はシュレム管のレイク開口部から約 2mm 先までを満たす程度にし、強い圧は加えなかった。基底膜の露出幅はシュレム管内壁の幅の 3 分の 2 からほぼ同じ幅にした。1 枚目のフ

ラップは10-0ナイロン4針にて縫合した。次いで前房の粘弾性物質を吸引除去し、結膜を閉じて手術を終了した。

OCT検査は、CASIA2を用いて実施した。術後1ヶ月まではレイクは深部強膜弁切除の形で大きく観察できた（図1,A)。それ以降は徐々に縮小し、シュレム管内壁、基底膜を含んだ管腔の形となり、大きさはさまざまであった（図1,B,C)。レイクの観察できなかった症例を図1,Dに示す。

2. 方法

対象症例の診療録から、生年月日、性別、緑内障の病型、対象眼側、手術日、対象眼の術前眼圧（術前2回あるいは3回測定の平均値)、点眼数、OCT検査時点での検査日、レイクの有無、眼圧（術後眼圧)、点眼数の情報を収集した。

次いで、全症例及びレイクの有無別で、性別、手術時及びOCT検査時点での年齢、手術時からの期間（術後期間)、緑内障の病型、術前と術後の眼圧および眼圧差、眼圧下降率、術前後の点眼数について検討した。レイクの有無別での群間比較は、Fisherの正確確率検定、もしくはMann-Whitney *U* testを用いて検討した。術前後の郡内比較には、Wilcoxon signed-rank sum testを用いて検討した。さらに、OCT検査時点でのレイクの存在割合を、手術後1年毎の9期間別に示した。

術後眼圧とレイクとの関連について、術後眼圧を目的変数として、レイクの有無を説明変数とした単変量解析を行った。さらに、当該眼圧に関連する因子として予測される性別、年齢（手術時点あるいはOCT検査時点)、術前眼圧、術後期間、緑内障の病型を説明変数として単変量解析を行った。次に、術後眼圧を目的変数、レイクの有無を説明変数、単変量解析で眼圧に有意に関連する因子として抽出されたものを調整因子として多変量解析を実施した。

術後期間による眼圧下降効果の解析として、経過が比較的長期と考えられる2年を境にして術後期間を2分し、眼圧下降率について全症例、レイクの有無別で比較検討した。また術後2年未満あるいは2年以上で、レイクの有無別での眼圧下降率を比較検討した。比較検討については、unpaired *t*-test（データに正規性がない場合はMann-Whitney *U* test）を用いて群間比較を行った。

結果は平均値±標準偏差で示し、危険率両側5%未満を統計学的に有意とした。統計解析は、IBM SPSS Statistics 29（日本IBM、東京）を使用した。

本研究は宮崎大学医学部倫理審査委員会の承認を得た（研究番号 O-1313)。

研究計画作成、統計解析は（株）ユリイカワークス（宮崎）の協力を得た。

結果

選択基準に合致した症例は178例261眼（男62例95眼、女116例166眼）であった。除外した症例の中には、トラベクレクトミーを追加した6例6眼が含まれていた。研究対象者の背景因子と各評価項目については表1に示す。OCT検査にてレイクが観察できたのは169眼(65%)であった。手術時での年齢は平均約74歳であり、術後期間は平均約3年であった。緑内障の病型で約半数がPOAGで、落屑緑内障は3分の1を占めていた。レイクの有無別では、性別、年齢、術後期間、緑内障の病型に差はなかった。術後眼圧及び点眼数では、レイクあり群がなし群に比較し、術後眼圧が有意に低値で、術後点眼数も有意に少なかった。全症例、レイクの有無別で手術前後での眼圧を比較するといずれも有意に術後眼圧は低下していた（全症例、レイクあり群及びレイクなし群、いずれも$P<0.001$、いずれもWilcoxon signed-rank sum test)。

術後期間1年毎におけるレイクの存在割合を図2に示す。術後各期間でレイクの存在割合は 44.7～73.1%であり、期間毎の有意差はなかった（$P=0.745$, Fisher正確確率検定）

術後眼圧とレイクの有無、及び術後眼圧に関連する因子の単変量解析及び多変量解析の結果を表 2 に示す。単変量解析で、術後の眼圧に有意に関連する項目は、レイクの有無、術前眼圧、術後年数であった。多変量解析でも、この3項目は術後の眼圧に独立して関連する項目であった。

術後2年未満と術後2年以上の症例における眼圧下降率の結果を表3に示す。全症例、レイクあり群、なし群毎において術後 2 年未満と術後 2 年以上の比較で眼圧下降率に有意な差はなかった。術後 2 年未満と術後 2 年以上の各群で、レイクあり群となし群との比較でも有意な差はなかった。

考按

白内障合併緑内障患者に対してビスコカナロストミー・白内障同時手術を施行し、術後4ヶ月以上経過した症例に対する強角膜内レイクの存在と眼圧との関連を検討した。術後平均3年の研究対象症例においてレイクの存在割合は65%であった。レイクがある場合、ない場合と比較し術後眼圧は低値であり、かつレイクの存在は術後眼圧に独立して関連する因子であった。また、術前眼圧及び術後年数も術後眼圧に独立して関連する因子であった。すなわち、レイクがあればない場合に比べ術後眼圧は有意に低い、術前眼圧が高いほど術後眼圧は有意に高い、術後年数が経つほど術後眼圧は有意に高いという結果であった。

Parkらはビスコカナロストミー・白内障同時手術の84眼をUBM（超音波生体顕微鏡）で調べたところ、手術1年後には3分の1の症例でレイクが観察で

きなかったと報告している[2]。今回の報告でも術後4ヶ月以上、1年未満の症例でレイクが観察できなかったのは28%であったので、ほぼ同様な結果である。2年目以降では約60%の症例でレイクは観察できたことから、術後1年以内に創傷治癒による器質化は急速に進むが、それ以降は緩徐であると予測された。

ビスコカナロストミーの眼圧下降機序に関して、Stegmannらは角膜周辺部のデスメ膜は房水を通すことから、シュレム管とデスメ膜からなる窓からレイクに房水が移行し、正常なシュレム管に流れ込むと推測している[1]。正確には、シュレム管内壁に次いで、さらに露出を進める部位は前部線維柱帯の基底膜である[6]。デスメ膜は前部線維柱帯の前端部であるシュワルベ線よりさらに前方となる[6][7]（図3）。デスメ膜と基底膜は連続してつながっていて、組織学的には免疫染色を行えば区別可能であるが[6]、線維柱帯は生体内では透明なこともあり[7]、手術顕微鏡下でその境界を見分けることは困難である。病理組織標本からすると基底膜の幅はシュレム管の幅とほぼ同じである[7]。この基底膜と前部線維柱帯を一緒にしてtrabeculo-Descemet membraneともいわれ、透過性のあることが知られており[8][9]、その一方でデスメ膜には眼圧を下降させるだけの透過性はないとされている[8][10]。ビスコカナロストミーはこの前部線維柱帯とその基底膜の透過性を利用した手術といえる。今回のOCT検査でレイクが比較的高い頻度で長期にわたり存在すること、またレイクあり群はレイクなし群と比較してより良好な眼圧下降が得られたことは、Stegmannらが推測したように房水は前房からレイクへ、そしてシュレム管に流れていることを示唆している。研究対象者のうち一部の症例で、基底膜を露出した直後に粘弾性物質をかん流液に置き換えると房水が漏出するのを経験していたが、その程度に個人差があるのか、また透過性のない症例は存在するのかは検討していない。これらを調べることがレイクの形成要因や眼圧下降機序の解明につながる可能性があり、今後の課題としたい。

今回、レイクなし群においても比較的良好な眼圧下降が得られていた。正常眼のシュレム管は前後の長さ300μm、高さ20μmとされていて[7]、OCT検査では描出できない。したがって、レイクなし群であっても描出限度以下の小さなレイクとして存在している可能性がある。眼圧下降のさらなる機序として、ビスコカナロストミーの術中に内視鏡で観察すると、圧を加えた粘弾性物質がシュレム管内壁、傍シュレム結合組織から前房に漏出してくることから、トラベクロトミーと同様の眼圧下降機序もあるのではないかという指摘がある[9][11]。また緑内障眼において白内障手術単独でも眼圧が下降することが知られている[12]。Parkらの報告ではPOAG、高眼圧症の103眼に白内障手術を行ったところ、術前の平均眼圧19.3mmHgが術後2年後には18.6mmHgに下降しており、3.6%の

眼圧下降が得られている[13]。ビスコカナロストミー・白内障同時手術での眼圧下降にはいくつかの機序が関与している可能性がある。

今回、レイクあり群、なし群とも比較的良好な眼圧下降が得られていたのは、トラベクレクトミーを追加した症例を除外していること、術後も多くの症例で眼圧下降剤の点眼を使用していることなども影響していると考えられた。

多変量解析で術後年数とともに眼圧が高くなる結果であったが、術後2年未満と2年以上の比較では眼圧下降率に有意差は認めなかった。眼圧が高くなる傾向はあるものの、比較的長期にわたって下降した眼圧を維持できることが推察された。また単変量解析から、緑内障の病型は術後眼圧との関連はなく、落屑緑内障においてもPOAGと同等の眼圧下降が得られる結果だった。

本研究の限界としては、単独施設での限られた症例であること、また横断研究という研究デザインの制約上、因果関係すなわちレイクがあれば眼圧は下降するとまでは言えないことである。眼圧が下降すればレイクが形成しやすいという解釈も可能だからである。本研究の結果から言えることはレイクの存在が、他の交絡要因で調整しても術後の眼圧と関連があるということである。因果関係を明らかにするためには前向き研究、例えば術後のレイクの存在の有無を確認した後に、経過を前向きに観察していくなどの研究が必要である。

ビスコカナロストミー・白内障同時手術は、トラベクロトミー・白内障同時手術と同等の眼圧下降効果が得られる[14]。ビスコカナロストミーではシュレム管内壁、線維柱帯を温存するため基本的に前房出血はなく、白内障手術と同時に行うと術後早期より比較的良好な視力が得られるため、早い社会復帰が期待できる。それらに加えて、他の多くの流出路再建術とは異なる眼圧下降機序であることもビスコカナロストミーの存在意義の一つといえる。

参考文献

1) Stegmann R, Pienaar A, et al: Viscocanalostomy for open-angle glaucoma in black African patients. J Cataract Refract Surg 25:316-322,1999.
2) Park M, Tanito M, et al: Ultrasound biomicroscopy of intrascleral lake after viscocanalostomy and cataract surgery. J Glaucoma 13:472-478,2004.
3) Roters S, Luke C, et al: Ultrasound biomicroscopy and its value in predicting the long term outcome of viscocanalostomy. Br J Ophthalmol 86:997-1001,2002.
4) 谷戸正樹（編）：ゼロからはじめるMIGS. 南江堂, 東京, 2022.

5) 千原悦夫: ビスコカナロストミーの良い適応・成功への秘訣. 根木昭、丸尾敏夫、他(編): 緑内障手術のトラブルシューテイング. 眼科プラクテイス 98. 三光堂, 東京, 184-185,2003.
6) Lütjen-Drecoll E, Rohen JW: Morphorogy of aqueous outflow pathway in normal and glaucomatous eyes. in: Ritch R, Shields MB, et al (eds): The Glaucomas 2nd ed. Mosby, St. Louis,90-91,1996.
7) 猪俣孟: 眼の組織・病理アトラス. 医学書院, 東京, 46-81,2001.
8) Johnson DH: Glaucoma surgery and aqueous outflow. How does nonpenetrating glaucoma surgery work? Arch Ophthalmol 120:67-70,2002.
9) Bhartiya S, Shaarawy TM: Principle and mechanism of function. Sectio13 Nonpenetrating glaucoma surgery. in: Shaarawy TM, Sherwood MB, et al (eds): Glaucoma 2nd ed. Elsevier, London, 939-944, 2015.
10) Fatt I: Permeability of descemet's membrane to water. Expel Eye Res 8:340-354,1969.
11) Takahashi H, Tanito M, et al: Two cases of intraoperative anterior chamber angle observation using ophthalmic endoscope in viscocanalostomy. Am J Ophthalmol 12:1060-1063,2004.
12) Young CE, Siebold LK, et al: Cataract surgery and intraocular pressure in glaucoma. Current opinion in ophthalmol 31:15-22,2020.
13) Park M, Tanito M, et al: Combined viscocanalostomy and cataract surgery compared with cataract surgery in Japanese patients with glaucoma. J Glaucoma 13:55-61,2004.
14) Tanito M, Park M, et al: Comparison of surgical outcomes of combined viscocanalostomy and cataract surgery with combined trabeculotomy and cataract surgery. Am J Ophthalmol 134:513-520,2002.

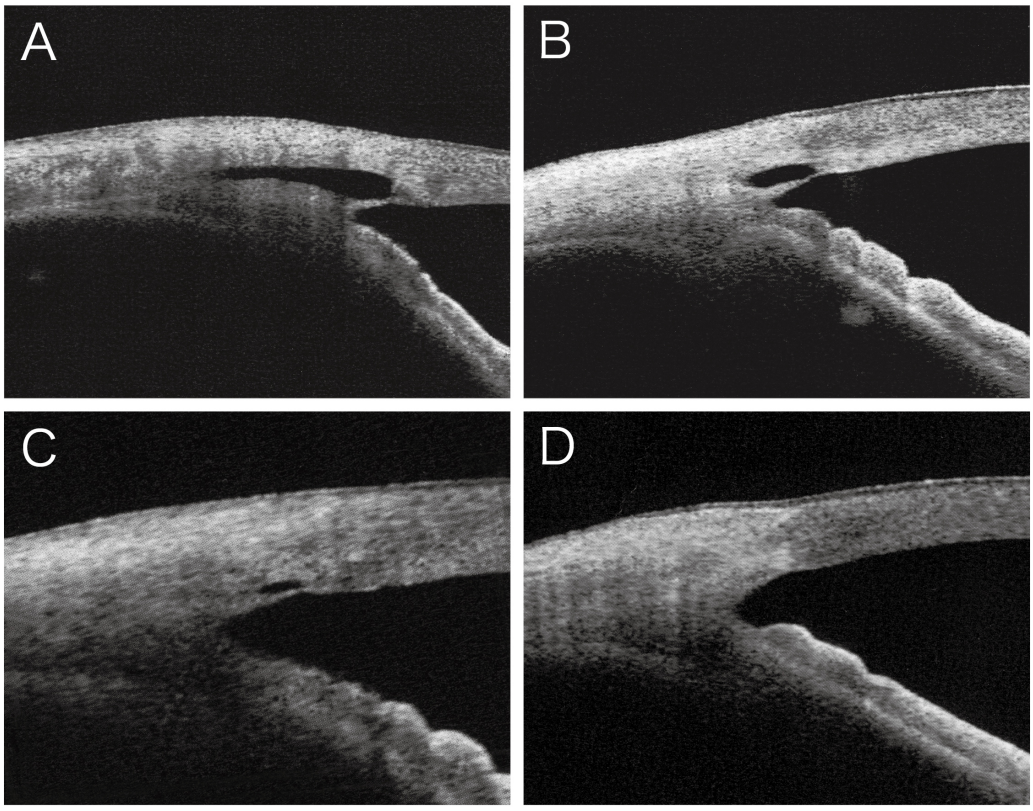

図 1

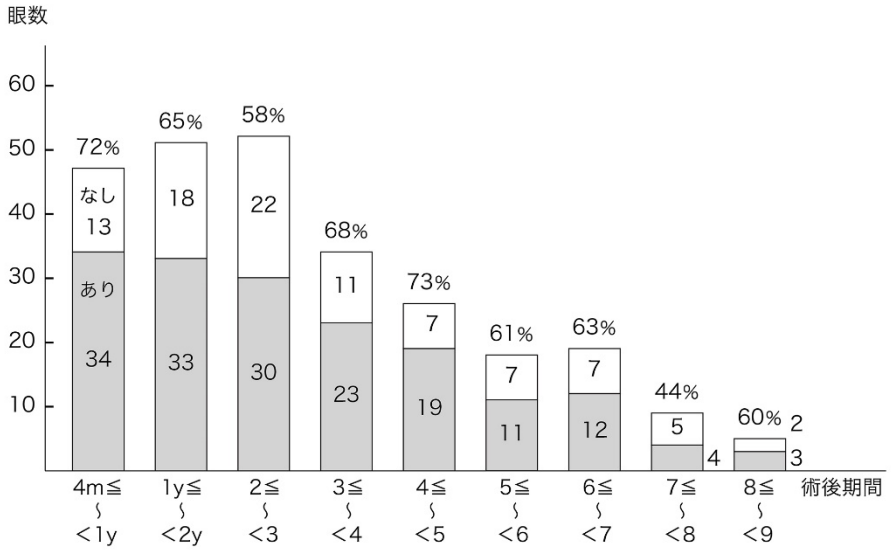
眼数
60
50
40
30
20
10
72%
65%
58%
68%
73%
61%
63%
44%
60%
なし
13
あり
34
18
33
22
30
11
23
7
19
7
11
7
12
5
4
2
3
4m≦〜<1y
1y≦〜<2y
2≦〜<3
3≦〜<4
4≦〜<5
5≦〜<6
6≦〜<7
7≦〜<8
8≦〜<9
術後期間

図 2

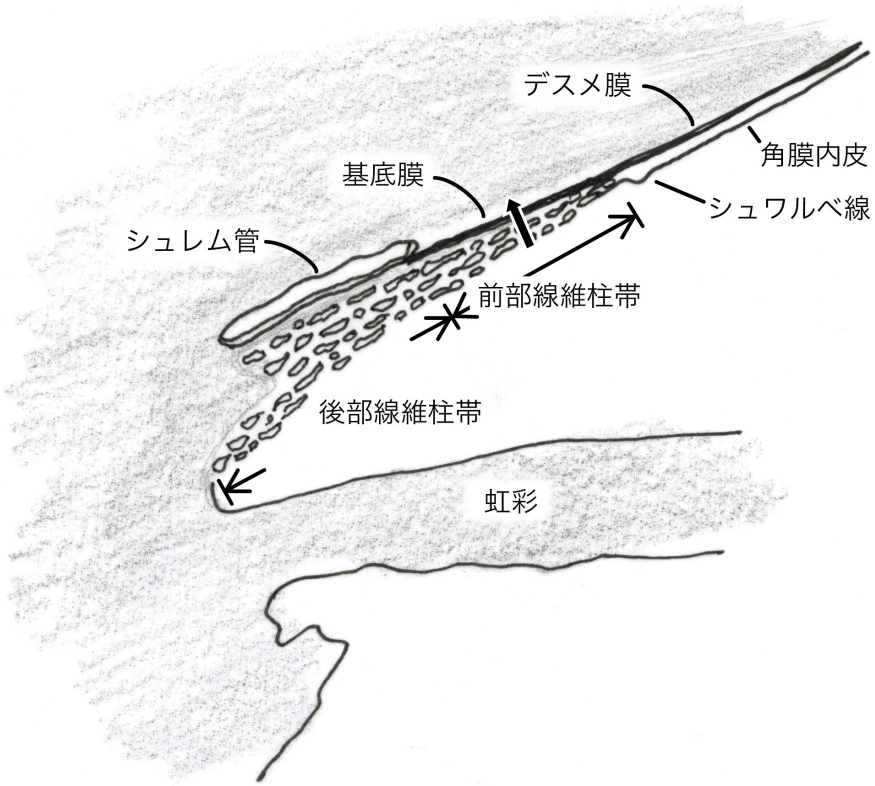

図 3

図の説明文

図 1　前眼部 OCT 写真

A: 術後 1 ヶ月目。76 歳、男性。レイクは術後 1 ヶ月までは深部強膜弁切除の形で観察できた。

B: 大きなレイクが観察できた症例。74 歳、女性。大きさは CASIA2 に備わった測定器で前後 840μm、高さ 220μm。術後 3 年 2 ヶ月目。

C: 小さなレイクが観察できた症例。75 歳、女性。大きさは前後 395μm、高さ 85μm。術後 3 年 3 ヶ月目。

D: レイクが観察できなかった症例。78 歳、女性。術後 3 年 4 ヶ月目。虹彩前癒着は生じていなかった。

図 2　術後各時期における眼数とレイク存在割合

レイクあり　　レイクなし

棒グラフ内の数字が眼数、上の数字がレイク存在率。

m:月　y:年

図 3　隅角の模式図

シュレム管、前部線維柱帯とその基底膜、デスメ膜の位置関係を示す。参考文献 6)、7)を基に作図。ビスコカナロストミーでは房水は前部線維柱帯、基底膜を透過すると考えられる（矢印）。

表 1. 背景因子と各評価項目

		OCT 検査		
	全症例	レイクあり群	レイクなし群	*P* 値
眼数, n (男性/女性)	261 (95/166)	169 (63/106)	92 (32/60)	0.788
手術時年齢, 歳	74.2 ± 6.3	74.3 ± 6.0	74.0 ± 6.8	0.949
OCT 検査時年齢, 歳	77.3 ± 6.6	77.3 ± 6.4	77.2 ± 6.9	0.845
術後期間, 年	3.1 ± 2.1	3.0 ± 2.1	3.3 ± 2.1	0.230
緑内障の病型				
POAG, n (%)	144 (55.2%)	99 (58.6%)	45 (48.9%)	0.242
落屑緑内障, n (%)	84 (32.2%)	52 (30.8%)	32 (34.8%)	
PPG, n (%)	33 (12.6%)	18 (10.7%)	15 (16.3%)	
眼圧				
術前, mmHg	18.3 ± 2.6	18.1 ± 2.4	18.7 ± 2.8	0.092
術後, mmHg	12.9 ± 2.3	12.6 ± 2.0	13.4 ± 2.7	0.019
眼圧差, mmHg	-5.4 ± 2.5	-5.5 ± 2.2	-5.3 ± 3.0	0.432
眼圧下降率, %	29.2 ± 11.5	30.1 ± 9.9	27.5 ± 13.9	0.318
点眼数				
術前	1.6 ± 0.8	1.6 ± 0.9	1.6 ± 0.8	0.384
術後	1.7 ± 0.7	1.6 ± 0.7	1.8 ± 0.6	0.021

データは平均±標準偏差または症例数(%)で示す。
レイクあり群とレイクなし群の比較には、Mann-Whitney *U* test あるいは Fisher 正確確率検定を行った。

表 2. 術後の眼圧とレイクの存在の検討

	単変量解析			多変量解析		
	β	95%信頼区間	*P* 値	β	95%信頼区間	*P* 値
レイクの有無(参照:無)	-0.832	-1.416 - -0.249	0.005	-0.550	-1.066 - -0.034	0.037
性別(参照:女性)	0.065	-0.523 - 0.653	0.828		-	
手術時年齢	-0.031	-0.076 - 0.014	0.179		-	
OCT 時年齢	-0.011	-0.054 - 0.032	0.616		-	
術前眼圧	0.431	0.334 - 0.528	<0.001	0.416	0.321 - 0.512	<0.001
術後年数	0.166	0.031 - 0.301	0.016	0.142	0.024 - 0.260	0.019
病型 1	0.040	-0.588 - 0.667	0.901		-	
病型 2	0.528	-0.354 - 1.410	0.240		-	

病型 1:原発開放隅角緑内障を参照にした落屑緑内障の関連
病型 2:原発開放隅角緑内障を参照にした前視野緑内障の関連

表 3. 術後 2 年未満と術後 2 年以上の眼圧下降率

	全症例	OCT 検査		
		レイクあり群	レイクなし群	*P* 値
	n=261	n=169	n=92	(レイクあり vs なし)
眼圧下降率, %				
術後 2 年未満, (n)	30.6 ± 11.1 (98)	31.4 ± 9.0 (67)	29.0 ± 14.7 (31)	0.924
術後 2 年以上, (n)	28.3 ± 11.7 (163)	29.2 ± 10.4 (102)	26.8 ± 13.6 (61)	0.299
P 値(術後 2 年未満 vs 以上)	0.063	0.166	0.196	