
 総 説

日本緑内障学会多治見疫学調査(多治見スタディ)総括報告

鈴木 康之¹⁾, 山本 哲也²⁾, 新家 眞³⁾, 岩瀬 愛子⁴⁾, 富所 敦男³⁾
 阿部 春樹⁵⁾, 白土 城照⁶⁾, 桑山 泰明⁷⁾, 三嶋 弘⁸⁾, 清水 弘之⁹⁾
 富田 剛司¹⁰⁾, 井上 洋一¹¹⁾, 北澤 克明¹²⁾

¹⁾帝京大学医学部眼科学講座, ²⁾岐阜大学大学院医学系研究科眼科学分野

³⁾東京大学大学院医学系研究科外科学専攻感覚・運動機能医学講座眼科学, ⁴⁾多治見市民病院眼科

⁵⁾新潟大学大学院医歯学総合研究科感覚統合医学講座視覚病態学分野, ⁶⁾四谷しらと眼科

⁷⁾大阪厚生年金病院, ⁸⁾JR 広島鉄道病院, ⁹⁾さきはひ研究所, ¹⁰⁾東邦大学医学部第二眼科学教室

¹¹⁾オリンピッククリニック, ¹²⁾赤坂北澤眼科

要 約

日本緑内障学会多治見疫学調査(多治見スタディ)の結果について総括した。多治見スタディは緑内障有病率調査を目的として岐阜県多治見市において 2000 年から 2001 年にかけて行われた。40 歳以上の全人口 54,165 名より 4,000 人を無作為抽出して眼科検査を行い、最終的な対象者の参加率は 78.1% であった。全緑内障の有病率は 5.0(95% 信頼区間: 4.2~5.8)% で、疑い例を含めると 7.5(6.5~8.4)% であった。内訳は原発開放隅角緑内障(広義)が 3.9(3.2~4.6)% で約 8 割を占め、次いで原発閉塞隅角緑内障, 続発緑内障が確定診断例でそれぞれ 0.6(0.4~0.9)%, 0.5(0.2~0.7)% であった。疑い例を含めると有病率はそれぞれ 6.0(5.1~6.8)%, 0.8(0.5~1.2)%, 0.7(0.4~1.0)% となった。原発開放

隅角緑内障(広義)の危険因子として眼圧, 近視, 年齢が関与することが明らかとなった。また, 緑内障スクリーニング検査として Frequency Doubling Technology が有用であることが示唆され, また失明およびロービジョンの原因についての検討では白内障がロービジョンの原因疾患第 1 位であることが明らかとなった。また, 屈折に関する検討では等価球面度数 -0.5 diopter 未満の近視が 41.8(40.0~43.6)% に, -5.0 diopter 未満の強度近視が 8.2(7.2~9.2)% という高率に認められた。(日眼会誌 112: 1039-1058, 2008)

キーワード: 多治見スタディ, 緑内障, 有病率, ロービジョン, 近視, 疫学調査

 A Review

The Tajimi Study Review

Yasuyuki Suzuki¹⁾, Tetsuya Yamamoto²⁾, Makoto Araie³⁾, Aiko Iwase⁴⁾
 Atsuo Tomidokoro³⁾, Haruki Abe⁵⁾, Shiroaki Shirato⁶⁾, Yasuaki Kuwayama⁷⁾
 Hiromu K. Mishima⁸⁾, Hiroyuki Shimizu⁹⁾, Goji Tomita¹⁰⁾
 Yoichi Inoue¹¹⁾ and Yoshiaki Kitazawa¹²⁾

¹⁾Department of Ophthalmology, Teikyo University School of Medicine

²⁾Department of Ophthalmology, Gifu University Graduate School of Medicine

³⁾Department of Ophthalmology, University of Tokyo Graduate School of Medicine

⁴⁾Department of Ophthalmology, Tajimi Municipal Hospital

⁵⁾Department of Ophthalmology, Niigata University School of Medicine

⁶⁾Yotsuya Shirato Ganka

⁷⁾Osaka Kosei Nenkin Hospital

⁸⁾Hiroshima General Hospital of West Japan Railway Company

⁹⁾Sakihai Institute

別刷請求先: 113-0033 東京都文京区本郷 3-20-6 本郷平野ビル 4 階 日本緑内障学会

(平成 20 年 2 月 26 日受付, 平成 20 年 7 月 10 日改訂受理) E-mail: gakkai@g-jimukyoku.jp

Reprint requests to: Japan Glaucoma Society, Hongo-Hirano Building 4 F, 3-20-6 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033, Japan

(Received February 26, 2008 and accepted in revised form July 10, 2008)

¹⁰⁾Department of Ophthalmology, Toho University Ohashi Medical Center¹¹⁾Olympia Clinic¹²⁾Akasaka Kitazawa Ganka

Abstract

The results of The Tajimi Study (a population-based prevalence survey of glaucoma in Tajimi City performed by the Japan Glaucoma Society) are summarized. The Tajimi Study was carried out from September, 2000 to October, 2001 to investigate the prevalence of glaucoma among residents aged 40 years old or over in Tajimi. Seventy-eight point one % of 3,870 eligible people from 4,000 subjects who had been randomly selected from the 54,165 over 40 years old residents in Tajimi participated in the study. Estimated prevalence of all glaucoma and glaucoma/suspected glaucoma were 5.0 (95% confidence interval [CI], 4.2-5.8)% and 7.5 (95% CI, 6.5-8.4)%. The prevalence of primary open angle glaucoma (POAG), primary angle closure glaucoma (PACG), and secondary glaucoma (SG) were 3.9 (95% CI, 3.2-4.6)%, 0.6 (95% CI, 0.4-0.9)%, and 0.5 (95% CI, 0.2-0.7)%, respectively. Including

suspected cases, the prevalence of POAG, PACG, and SG was 6.0 (5.1-6.8)%, 0.8 (0.5-1.2)%, 0.7 (0.4-1.0)%. High intraocular pressure, myopia, and older age were shown to be statistically significant risk factors for POAG. It was suggested that the Frequency Doubling Technology is a good candidate as a screening test for glaucoma. The leading cause of low vision was cataracts. Investigation of refractive status showed that the prevalence of myopia (spherical equivalence [SE] < 0.5 diopters) and high myopia (SE < -5.0 diopters) was 41.8 (40.0-43.6)% and 8.2 (7.2-9.2)%, respectively.

Nippon Ganka Gakkai Zasshi (J Jpn Ophthalmol Soc 112 : 1039-1058, 2008)

Key words : The Tajimi Study, Glaucoma, Prevalence, Low vision, Myopia, Epidemiologic study

I はじめに

日本緑内障学会多治見疫学調査〔以下、多治見スタディ (通称)〕は日本緑内障学会と多治見市が岐阜県多治見市において 2000 年から 2001 年にかけて実施した緑内障有病率調査である。本総説は 2007 年 12 月時点における多治見スタディの学術的総括である。

本疫学調査の結果はまず 2004 年に Ophthalmology 誌に“The prevalence of primary open-angle glaucoma in Japanese. The Tajimi Study”の標題で原発開放隅角緑内障 (POAG) の有病率と眼圧分布ならびに角膜厚分布について報告され¹⁾、続いて第 2 報として 2005 年にやはり Ophthalmology 誌に“The Tajimi Study Report 2. Prevalence of primary angle closure and secondary glaucoma in a Japanese population.”の標題で POAG 以外の緑内障病型の有病率および原発閉塞隅角症 (PAC) ならびに落屑症候群などの有病率について報告された²⁾。また、これらの報告に加えて多治見スタディの調査結果をもとに POAG 発症の危険因子解析³⁾やロービジョンならびに失明原因の調査⁴⁾、Frequency Doubling Technology による視野計測の有用性に関する評価⁵⁾、中心角膜厚とそれに関与する因子の検討⁶⁾、および屈折状態に関する検討⁷⁾が報告されている。また、多治見スタディと並行して行われた多治見市民眼科検診の結果より、緑内障眼および非緑内障眼における視神経乳頭出血の頻度の検討⁸⁾や、superior segmental optic hypoplasia (SSOH) の頻度⁹⁾、van Herick 法による隅角開大度判定に関する検

討¹⁰⁾¹¹⁾、正常眼における中心角膜厚と眼圧などとの関連に関する検討¹²⁾などが報告されている。現在、解析中のデータもまだいくつか残っているが、既に調査終了より 6 年あまり経過した現時点において多治見スタディの結果について一度総括し、従来の報告と比較検討することは意義があると思われる。

II 緑内障有病率

1. 多治見スタディの計画

多治見スタディは緑内障有病率の調査を目的に、日本緑内障学会と岐阜県多治見市を主催者とし、財団法人日本失明予防協会、財団法人日本眼科学会、社団法人日本眼科医会、多治見市医師会の後援により計画された。計画に際しては、疫学的に信頼できる方法を選択することを最大の目標とされ、具体的には対象人口に対する無作為抽出による被検者サンプリングとその選択された被検者の参加率を可能な限り上げることが目標とされた。サンプルサイズに関しては、算出される緑内障有病率の推定値を、1988~1989 年に行われた全国緑内障疫学調査結果¹³⁾の 3.27% と仮定してサンプルサイズを計算した結果、3,000~4,000 人が妥当と考えられたため、多治見市の住民基本台帳での 40 歳以上人口 54,165 名より 4,000 人をサンプリングすることが決定された (表 1)。実際の実施にあたっては多治見市民病院眼科の岩瀬愛子眼科部長を中心として、多治見市民病院、岐阜大学医学部眼科学教室、日本緑内障学会が総力を結集して調査が行われた。日本緑内障学会では多治見スタディを実施す

表 1 多治見市民およびランダムに選択された被検者の年齢分布

年齢(歳)	選択された被検者			多治見市民全体			全体に対する被検者の比率(%)		
	男性	女性	全体	男性	女性	全体	男性	女性	全体
40~49	532	557	1,089	7,349	7,464	14,813	(7.2)	(7.5)	(7.4)
50~59	609	656	1,265	8,523	8,570	17,093	(7.1)	(7.7)	(7.4)
60~69	409	421	830	5,772	5,745	11,517	(7.1)	(7.3)	(7.2)
70~79	252	296	548	3,199	4,111	7,310	(7.9)	(7.2)	(7.5)
80歳以上	80	188	268	1,103	2,329	3,432	(7.3)	(8.1)	(7.8)

(Iwase A, et al : The prevalence of primary open-angle glaucoma in Japanese. The Tajimi Study. Ophthalmology 111 : 1641-1648, 2004. より許可を得て転載, 改変)

表 2 ランダムに選択された被検者中の年齢別参加者与非参加者

年齢(歳, 平均値±標準偏差)	参加者			非参加者			参加率(%)		
	男性	女性	全体	男性	女性	全体	男性	女性	全体
年齢(歳, 平均値±標準偏差)	58.2±11.3	58.6±12.2	58.4±11.8	55.1±11.2	60.6±14.9	57.5±14.5			
年齢別(歳)									
40~49	338	445	783	174	98	272	66.0	82.0	74.2
50~59	427	532	959	160	111	271	72.7	82.7	78.0
60~69	324	360	684	74	54	128	80.8	87.0	83.9
70~79	190	238	428	48	52	100	79.8	82.1	81.1
80歳以上	55	112	167	16	59	75	77.5	65.5	69.0
全年齢	1,334	1,687	3,021	472	374	846	73.7	81.9	78.1

(Iwase A, et al : The prevalence of primary open-angle glaucoma in Japanese. The Tajimi Study. Ophthalmology 111 : 1641-1648, 2004. より許可を得て転載, 改変)

表 3 多治見スタディにおける緑内障診断基準

カテゴリー 1	視神経乳頭における垂直 CD 比が 0.7 以上, あるいは視神経乳頭上極(11 時~1 時)または下極(5 時~7 時)の乳頭辺縁部幅が視神経乳頭径の 0.1 以下, あるいは垂直 CD 比の左右差が 0.2 以上, あるいは神経線維欠損が存在する. さらに, これらの所見に対応する上下半視野ごとの視野異常が存在する.
カテゴリー 2	視野所見の信頼性が得られないか, もしくは視野検査ができなかった場合. 視神経乳頭における垂直 CD 比が 0.9 以上, あるいは視神経乳頭上極(11 時~1 時)または下極(5 時~7 時)の乳頭辺縁部幅が視神経乳頭径の 0.05 以下, あるいは垂直 CD 比の左右差が 0.3 以上.
カテゴリー 3	視野検査ができず, また視神経乳頭所見も得られなかった場合. 矯正視力が 0.05 以下かつ眼圧が 23 mmHg 以上, あるいは被検者が過去に緑内障手術を受けている.
緑内障疑い	視野所見の信頼性が得られないか, もしくは視野検査ができなかった場合で, カテゴリー 2 に該当しないが, カテゴリー 1 の視神経乳頭所見基準に該当するもの.

るにあたって疫学調査委員会ならびに実行委員会を立ち上げ, その指導の下に各理事ならびに評議員をはじめとする多くの学会員が疫学調査に参加, 協力した. 多治見スタディの当初の目的を達成するためには, 学術的にはこのサンプリングされた 4,000 人を対象として調査を行えば済むのであるが, 行政が一部の住民のみにサービスを行うことは適切性を欠くため, 多治見市の要望および日本失明予防協会の指導に従って 40 歳以上の住民全員に呼びかけて多治見市民眼科検診としてスクリーニング検査を行うこととなった. そのため, 結果的に検診受診者は 14,779 人, 29.4% に達し, 検診回数は常設検診場となった多治見市民病院でスクリーニング検査 220 回, 確定診断検査 160 回, 市民公民館などへの巡回検診が

43 回, 個別往診が 17 回となった.

一方, サンプリングされた 4,000 人の被検者の参加率は当初は全体の参加率とほぼ同等の 25% 程度に留まっていたが, その後のスタッフの尽力により最終的に 3,021 人の参加が得られ, 2000 年 9 月から 2001 年 10 月までの検診期間中の死亡者・転出者あわせて 130 人が対象者から除外された結果, 最終的に 78.1% の参加率を達成することができた(表 2). 岐阜県多治見市という広い範囲の地域で, かつ働き盛りの年齢層を含んだ対象者においてランダムサンプリングによる厳密な疫学調査をすることの困難さが実感されたとともに, 徹底的な働きかけと努力が必要であることが分かったことは今後, 同様の疫学調査を行うにあたって貴重な経験であった.

2. 診断基準

多治見スタディにおいて緑内障診断は近年広く採用されている疫学上の緑内障定義に基づき¹⁴⁾、視神経乳頭所見および視野所見を基本として行われた。具体的には、表3に示す3つのカテゴリーの基準によって緑内障と診断された。カテゴリー1は信頼性のある視野検査所見が得られた場合であり、緑内障性視神経異常とそれに対応する視野異常が基準となっている。カテゴリー2は信頼性のある視野検査所見が得られなかった場合の診断基準で、強い緑内障性視神経異常があることを基準としている。さらに、カテゴリー3は視野所見および視神経所見がともに十分に得られなかった場合に、緑内障手術の既往や、視力、眼圧から診断する基準である。また、信頼性のある視野所見が得られなかったがカテゴリー1の緑内障性視神経異常の基準を満たしているものは緑内障疑いとして分類された。これらの基準は日本緑内障学会による緑内障診療ガイドライン第2版¹⁵⁾に一部取り入れられた。

3. 診断手順

緑内障の診断は2段階に行われた。まず、スクリーニング検査では、書面による同意を得た後、糖尿病、高血圧、偏頭痛などの全身疾患と眼科疾患に関する既往歴、喫煙歴、緑内障に関する家族歴などを被検者に調査用紙に記入してもらった。その後、身長、体重測定、さらに血圧測定が行われた。血圧測定で異常高値であった場合、5分の休憩の後、もう一度血圧測定が行われ、さらに、まだ血圧が異常高値であった場合は、同様の測定をもう一度行った。次に、オートレフラクトメーター(トプコン KP-8100 PA)による屈折検査の後、視力検査が行われ、続いて日本緑内障学会員を中心とする緑内障に関する十分な診断能力を持った医師によって細隙灯顕微鏡検査、眼底検査、眼圧測定が行われた。細隙灯顕微鏡検査では隅角開大度が van Herick 法¹⁶⁾によって評価され、眼圧測定は Goldmann 圧平眼圧計によって3回測定の後、その中央値が採用された。中心角膜厚測定はスペキュラー角膜内皮密度測定装置(トプコン SP-2000 P)によって非接触式に行われ、デジタル眼底カメラ(トプコン NW 6S)によって30度および45度の画角で視神経乳頭を含む眼底写真撮影が行われて、その写真は3人の緑内障専門家で構成される眼底写真スクリーニング委員会に送付されて視神経乳頭の異常所見ならびに網膜神経線維欠損に関してチェックされた。その際は、3人のうち1人でも異常と判断した場合は異常所見ありとされた。視野検査としては Frequency Doubling Technology 視野計の C-20-1 プログラムによるスクリーニング検査が行われた。対象者がスクリーニング検査に来られなかった場合は手持ち細隙灯顕微鏡、隅角鏡、Perkins 圧平眼圧計、Tono-Pen XL (Bio-Rad Laboratories, Inc., Hercules, CA)、直像および倒像検眼鏡により検査をさ

表4 被検者が確定診断検査を受けるための基準

矯正視力 0.6 以下
3回測定した眼圧の中央値が 19 mmHg より高い
視神経乳頭の垂直 CD 比が 0.6 以上
視神経乳頭の垂直 CD 比左右差が 0.2 以上
視神経乳頭上極(11時~1時)もしくは下極(5時~7時)の乳頭辺縁部幅が視神経乳頭径の 0.2 以下
網膜神経線維欠損もしくは視神経乳頭からの線状出血あり
細隙灯顕微鏡検査および眼底検査にて異常あり
van Herick 法による隅角開大度が 2 以下
Frequency Doubling Technology で異常点が少なくとも 1 つ存在する

れ、緑内障の有無について判断された。

これらのスクリーニング検査より表4に示すような基準を満たしたすべての被検者に対して確定診断検査に再来するよう依頼し、次のような検査を行った。まず、もう一度細隙灯顕微鏡検査と Goldmann 圧平眼圧計による眼圧測定を行い Goldmann 2 面隅角鏡によって隅角検査を行った。視野検査としては Humphrey 自動視野計 C 30-2 SITA Standard プログラムによる視野測定を行い、また眼底検査は狭隅角眼以外はミドリン®P による散瞳下、狭隅角眼は非散瞳下で、ステレオ眼底カメラ(Nidek 3-DXNM)を用いて視神経乳頭立体写真を撮影した。なお、この確定診断検査の対象者となった1,051名のうち、14名は確定診断検査を受診しなかったが、それらの対象者に関してはスクリーニング検査の結果を用いて緑内障判定を行った。

緑内障判定に関しては、視神経乳頭ならびに網膜神経線維欠損所見を4人の緑内障専門家で構成される眼底写真判定委員会で判定し、視野検査所見を2人の緑内障専門家で構成される視野検査結果判定委員会で判定された。眼底写真判定委員会では、まず一人の判定者(AI)によって眼底写真より垂直乳頭陥凹比(C/D比)および視神経乳頭上部ならびに下部の乳頭径乳頭辺縁部比が測定され、それが他の3人の委員により独立に確認された。また、網膜神経線維欠損については、その乳頭辺縁部における幅が乳頭上大血管の幅よりも大きく弧状ないし楔状に観察されるものが緑内障性網膜神経線維欠損と判断された。これらについて3人の委員の意見が異なった場合は立体眼底写真および無散瞳カメラによる眼底写真を参照しながら話し合いにより一致した見解を決定した。視野検査結果判定委員会では2人の委員が独立して Humphrey 自動視野計 C 30-2 SITA Standard プログラム検査の結果を判定した。ほとんどの被検者が視野検査の経験がなかったことより、視野検査結果の信頼性判定には通常の緑内障診断よりも緩い基準、具体的には固視不良 50% 以下で擬陽性ならびに擬陰性が 50% 以下であれば採用することとした。異常の有無は上下それぞれの半視野ごとに判定され、その基準としては Anderson and Patella の基準¹⁷⁾に順じ、パターン偏差の確率プロッ

表 5 40 歳以上の多治見市民における推定緑内障有病率

	男性(95% 信頼区間)	女性(95% 信頼区間)	全体(95% 信頼区間)
緑内障(確診例)			
原発開放隅角緑内障(広義)	4.1(3.0~5.2)	3.7(2.8~4.6)	3.9(3.2~4.6)
原発閉塞隅角緑内障	0.3(0.0~0.7)	0.9(0.5~1.3)	0.6(0.4~0.9)
続発緑内障*	0.6(0.2~1.0)	0.4(0.1~0.7)	0.5(0.2~0.7)
発達緑内障	0.0(0.0~0.0)	0.0(0.0~0.0)	0.0(0.0~0.0)
全緑内障	5.0(3.9~6.2)	5.0(4.0~6.0)	5.0(4.2~5.8)
緑内障(疑い例含む)			
原発開放隅角緑内障(広義)	6.3(5.0~7.6)	5.8(4.7~6.9)	6.0(5.1~6.8)
原発閉塞隅角緑内障	0.5(0.1~0.9)	1.1(0.6~1.6)	0.8(0.5~1.2)
続発緑内障*	0.7(0.2~1.2)	0.6(0.3~1.0)	0.7(0.4~1.0)
発達緑内障	0.0(0.0~0.0)	0.0(0.0~0.0)	0.0(0.0~0.0)
全緑内障	7.5(6.1~8.9)	7.5(6.3~8.7)	7.5(6.5~8.4)

* : 落屑緑内障を含む

(Yamamoto T, et al : The Tajimi Study Report 2. Prevalence of primary angle closure and secondary glaucoma in a Japanese population. Ophthalmology 112 : 1661-1669, 2005. より許可を得て転載, 改変)

表 6 緑内障有病率・原発開放隅角緑内障(広義)(POAG)有病率報告の比較

スタディ	人種	緑内障有病率(%)	POAG 有病率(%)
St. Lucia ¹⁸⁾	黒人	—	8.8
Ghana ¹⁹⁾	黒人	—	8.5
Barbodos(black) ²⁰⁾	黒人	—	7.0
Los Angeles Latino ²¹⁾	ラテンアメリカ系	—	4.7
Baltimore(black) ²²⁾	黒人	—	4.7
Reykjavik ²³⁾	アイスランド人	—	4.0
多治見スタディ ¹⁾²⁾	日本人	5.0	3.9
Meiktila Eye ²⁴⁾	ミャンマー人	4.9	2.0
Zulus ²⁵⁾	黒人	4.5	2.7
Tanzania ²⁶⁾	黒人	4.2	3.1
Ponza ²⁷⁾	イタリア人	3.8	2.5
Rom Klao ²⁸⁾	タイ人	3.8	2.3
Gaungzhou ²⁹⁾	中国人	3.8	2.1
Japan Nation-wide ¹³⁾	日本人	3.6	2.6
West Bengal ³⁰⁾	インド人	3.4	3.0
Tanjong Pagar ³¹⁾	中国人	3.2	1.6
Blue Mountains ³²⁾	オーストラリア人(主に白人)	—	3.0
Egna-Neumarkt ³³⁾	イタリア人	2.9	2.0
Andhra Pradesh ³⁴⁾³⁵⁾	インド人	2.8	1.6
Aravind ³⁶⁾	インド人	2.6	1.7
Segovia ³⁷⁾	スペイン人	—	2.1
Northern Mongolia ³⁸⁾	モンゴル人	2.2	0.5
Beaver Dam ³⁹⁾	白人	—	2.1
Proyecto VER ⁴⁰⁾	ラテンアメリカ系	2.1	2.0
Dhaka ⁴¹⁾	バングラディッシュ人	2.1	1.6
Melbourne ⁴²⁾	オーストラリア人(主に白人)	2.0	1.7
Wroclaw ⁴³⁾	白人	1.6	1.3
Baltimore(white) ²²⁾	白人	—	1.3
Rotterdam ⁴⁴⁾	白人	—	0.8
Barbodos(white) ²⁰⁾	白人	—	0.8
Framingham ⁴⁵⁾	主に白人	—	0.76
Northwest Alaska ⁴⁶⁾	アラスカエスキモー	0.65	0.06

トが $p < 0.05$ である点が 3 点以上連続し, かつそのうち 1 点は $p < 0.01$ である場合とした.

これらの眼底写真判定委員会および視野検査結果判定

委員会の検討結果とスクリーニング検査および確定診断検査の結果を総合して最終的な緑内障診断が行われた.

この最終的な緑内障診断は眼底写真判定委員会の 4 名を

表 7 年齢別原発開放隅角緑内障(広義)および疑い例を含む原発開放隅角緑内障(広義)粗有病率

年齢層 (歳)	原発開放隅角緑内障(広義)有病率 (%, 95% 信頼区間)			疑い例を含む原発開放隅角緑内障(広義)有病率 (%, 95% 信頼区間)		
	男性	女性	全体	男性	女性	全体
40~49	7/338 (2.1%, 0.6~3.6)	9/445 (2.0%, 0.7~3.3)	16/783 (2.0%, 1.1~3.0)	15/338 (4.4%, 2.2~6.6)	17/445 (3.8%, 2.0~5.6)	32/783 (4.1%, 2.7~5.5)
50~59	15/427 (3.5%, 1.8~5.3)	11/532 (2.1%, 0.9~3.3)	26/959 (2.7%, 1.7~3.7)	23/427 (5.4%, 3.3~7.5)	20/532 (3.8%, 2.1~5.4)	43/959 (4.5%, 3.2~5.8)
60~69	15/324 (4.6%, 2.3~6.9)	17/360 (4.7%, 2.5~6.9)	32/684 (4.7%, 3.1~6.3)	26/324 (8.0%, 5.1~11.0)	24/360 (6.7%, 4.1~9.3)	50/684 (7.3%, 5.4~9.3)
70~79	15/190 (7.9%, 4.1~11.7)	20/238 (8.4%, 4.9~11.9)	35/428 (8.2%, 5.6~10.8)	16/190 (8.4%, 4.5~12.4)	23/238 (11.8%, 7.7~15.9)	44/428 (10.3%, 7.4~13.2)
80 以上	5/55 (9.1%, 1.5~16.7)	5/112 (4.5%, 0.6~8.3)	10/167 (6.0%, 2.4~9.6)	6/55 (10.9%, 2.7~19.2)	7/112 (6.3%, 1.8~10.7)	13/167 (6.0%, 5.2~6.9)
全例	57/1,334 (4.3%, 3.2~5.4)	62/1,687 (3.7%, 2.8~4.6)	119/3,021 (3.9%, 3.3~4.6)	86/1,334 (6.4%, 5.1~7.8)	96/1,687 (5.7%, 4.6~6.8)	182/3,021 (6.0%, 5.2~6.9)

有病率は各年齢層において参加者と非参加者の有病率が同じであると仮定して算出。

(Iwase A, et al : The prevalence of primary open-angle glaucoma in Japanese. The Tajimi Study. Ophthalmology 111 : 1641-1648, 2004. より許可を得て転載, 改変)

表 8 眼圧値 21 mmHg を基準として原発開放隅角緑内障(広義)を分けたときの有病率および高眼圧症有病率(%)

	男性(95% 信頼基準)	女性(95% 信頼基準)	全体(95% 信頼基準)
原発開放隅角緑内障	4.1(3.0~5.2)	3.7(2.8~4.6)	3.9(3.2~4.6)
眼圧>21 mmHg	0.3(0.0~0.7)	0.2(0.0~0.5)	0.3(0.1~0.5)
眼圧≤21 mmHg*	3.7(2.7~4.8)	3.5(2.6~4.4)	3.6(2.9~4.3)
疑い例を含む原発開放隅角緑内障	6.3(5.0~7.6)	5.8(4.7~6.9)	6.0(5.1~6.8)
眼圧>21 mmHg	0.3(0.0~0.7)	0.2(0.0~0.5)	0.3(0.1~0.5)
眼圧≤21 mmHg*	5.9(4.6~7.2)	5.5(4.4~6.6)	5.7(4.8~6.5)
高眼圧症	0.6(0.2~1.0)	0.9(0.5~1.4)	0.8(0.5~1.1)

有病率は各年齢層において参加者と非参加者の有病率が同じであると仮定して算出し, 全体の有病率は多治見市の年齢分布に従って標準化している。

* : スクリーニングおよび確定診断検査における非緑内障薬投薬時の眼圧値が両眼とも 21 mmHg 以下として定義。

(Iwase A, et al : The prevalence of primary open-angle glaucoma in Japanese. The Tajimi Study. Ophthalmology 111 : 1641-1648, 2004. より許可を得て転載, 改変)

含む計 6 名の緑内障専門家により構成される委員会で行われた。まず, 緑内障診断に関して表 3 の 3 つのカテゴリに基づき判定が行われ, 次に緑内障疑い例についても決定されたが, 片眼のみ緑内障で他眼が非緑内障もしくは緑内障疑い, 片眼のみ緑内障疑いで他眼は非緑内障例はそれぞれ緑内障例および緑内障疑い例として分類された。さらに, それらのうちで少なくとも片眼において虹彩毛様体炎がある, もしくは既往があると考えられるもの, および落屑物質を認めるもの, その他, 続発緑内障を疑わせる眼所見を持つものは続発緑内障に分類され, 隅角検査で Shaffer 分類 2 度以下の場合で, ① 眼圧が 21 mmHg を超える, ② 周辺虹彩前癒着がある, ③ 隅角検査で隅角線維柱帯の色素帯が 3/4 以上の範囲で観察されない, ④ 過去に急性原発閉塞隅角症/緑内障が起きた所見ないしは既往がある, のうち少なくとも 1 つの所見を持つものは原発閉塞隅角症または原発閉塞隅角緑内障(後述)に分類された。発達緑内障についても隅角所見および角膜所見より定義されたが, 結果的に対象と

なった被検者には 1 例も認められなかった。また, 非緑内障中で少なくとも片眼がスクリーニング検診における測定眼圧値の中央値が 21 mmHg を超えるにもかかわらず両眼ともに視神経乳頭ならびに視野検査で緑内障性変化を認めなかった被検者が高眼圧症と分類された。

4. 全緑内障有病率と病型別有病率²⁾(表 5)

全緑内障の有病率として多治見市における人口構成に標準化した後の有病率として算出された値は 5.0(95% 信頼区間: 4.2~5.8)% であった。すなわち, 多治見市においては 40 歳以上の成人の 20 人に 1 人の割合で緑内障を持っているということが推測された。さらに疑い例を含むと 7.5(6.5~8.4)% という有病率となり, 15 人に 1 人は緑内障疑いであるという結果になった。また, 病型別の有病率としては原発開放隅角緑内障(広義)が確定診断例有病率 3.9(3.2~4.6)% で, 疑い例を含めると 6.0(5.1~6.8)% と全体の約 8 割を占め, 次いで原発閉塞隅角緑内障, 続発緑内障が確定診断例でそれぞれ 0.6(0.4~0.9)%, 0.5(0.2~0.7)%, 疑い例を含めると 0.8

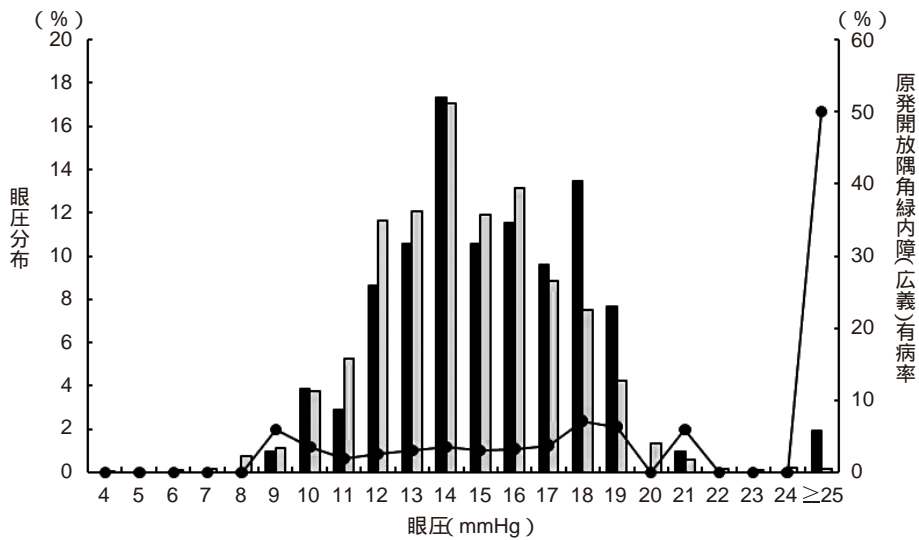


図 1 原発開放隅角緑内障(広義)例および全例の右眼眼圧分布と原発開放隅角緑内障(広義)有病率。
 ■：原発開放隅角緑内障(広義)，□：全例，—●—：有病率。
 (Iwase A, et al : The prevalence of primary open-angle glaucoma in Japanese. The Tajimi Study. Ophthalmology 111 : 1641-1648, 2004. より許可を得て転載，改変)

表 9 原発開放隅角緑内障(眼圧>21 mmHg)，原発開放隅角緑内障(眼圧≤21 mmHg)，高眼圧症，および非緑内障例における中心角膜厚(μm)

	右眼		左眼	
	平均値±標準偏差	n	平均値±標準偏差	n
原発開放隅角緑内障(眼圧>21 mmHg)	523±35	9	520±35	9
原発開放隅角緑内障(眼圧≤21 mmHg*)	518±29	109	519±29	110
高眼圧症	535±29	23	539±28	23
非緑内障例	520±32	2,690	522±32	2,692

*：スクリーニングおよび確定診断検査における非緑内障薬投薬時の眼圧値が両眼とも 21 mmHg 以下として定義。

スクリーニング検査時にコンタクトレンズを使用していた例の結果は除外。

(Iwase A, et al : The prevalence of primary open-angle glaucoma in Japanese. The Tajimi Study. Ophthalmology 111 : 1641-1648, 2004. より許可を得て転載，改変)

(0.5~1.2)%, 0.7(0.4~1.0)% で発達緑内障は対象となった被検者では 1 例も認められなかった。

表 6 において多治見スタディで得られた緑内障有病率を他の報告と比較した^{1)2)13)18)~46)}。海外では対象を原発開放隅角緑内障に限って緑内障の有病率を算出しているものも多いが、参考としてこれらも一覧に含めた。それぞれの調査において診断基準，調査年齢，人口分布が異なるため，単純に比較することは不可能であることに留意する必要という前提のもとで，あえて比較を試みると，多治見スタディで得られた全緑内障有病率 5.0% ならびに原発開放隅角緑内障有病率 3.9% は他の報告と比して高いことが分かる。原発開放隅角緑内障は白人に比して黒人に多いことが知られているが²²⁾，多治見スタディの有病率は黒人のものに近いことが分かる。この原因が日本人の特殊性によるものか，診断基準によるものか，または診断精度によるものかははっきりとは断定で

きないが，診断基準に関しては後述するように他の疫学調査の基準を参考に作成されたもので大きな影響があったとは考えられず，また診断精度に関しても，確かにかなり以前の報告と比較すれば，向上していると考えられるが，近年の緑内障疫学調査間で大きな差があるとは考えにくいいため，やはり，日本人の特殊性といえるのかもしれない。

III 原発開放隅角緑内障(広義)

1. 正常眼圧緑内障と原発開放隅角緑内障¹⁾

原発開放隅角緑内障(広義)の有病率は全緑内障中でも高く，確定診断例有病率 3.9(95% 信頼区間：3.2~4.6)% で，疑い例を含めると 6.0(5.1~6.8)% と全体の約 8 割を占めた。表 7 にその年齢，性別による内訳と粗有病率(多治見市における人口分布の補正なし)を示すが，男女別では男性で確定診断例 4.1(3.0~5.2)%，疑

表 10 原発開放隅角緑内障(広義)例と非緑内障例の背景因子比較

因子	原発開放隅角緑内障(広義) (n=119)	非緑内障 (n=2,755)	p 値
眼科的因子			
眼圧(mmHg)(平均値±標準偏差)	15.2±2.9	14.4±2.6	0.0015
近視			0.044
弱度近視(-3D<等価球面度数<-1D)	17/107	372/2,655	
中等度～強度近視(等価球面度数≤-3D)	26/107	462/2,655	
角膜曲率半径(mm)(平均値±標準偏差)	7.58±0.25	7.62±0.26	0.079
中心角膜厚(mm)(平均値±標準偏差)	0.52±0.03	0.52±0.03	0.38
全身因子			
年齢(歳)(平均値±標準偏差)	63.8±12.0	57.8±11.6	<0.0001
性別(男性—女性)	57-62	1,220-1,535	0.45
Body mass index(kg/m ²)(平均値±標準偏差)	22.5±3.4	22.9±3.4	0.28
糖尿病	7/117	187/2,731	0.85
偏頭痛	11/119	273/2,740	>0.99
喫煙歴	51/119	1,145/2,737	0.85
緑内障の家族歴	5/119	152/2,723	0.68
高血圧	47/119	769/2,733	0.0094

D = diopter

(Suzuki Y, et al : Risk factors for open-angle glaucoma in a Japanese population. The Tajimi Study. Ophthalmology 113 : 1613-1617, 2006. より許可を得て転載, 改変)

表 11 原発開放隅角緑内障(広義)の多変量解析による危険因子

因子	オッズ比(95% 信頼区間)	p 値
眼圧(mmHg)	1.12(1.04~1.21)	0.0021
近視		0.0003
弱度近視(-3D<等価球面度数<-1D)	1.85(1.03~3.31)	
中等度～強度近視(等価球面度数≤-3D)	2.60(1.56~4.35)	
年齢(歳)	1.06(1.04~1.08)	<0.0001

D = diopter

(Suzuki Y, et al : Risk factors for open-angle glaucoma in a Japanese population. The Tajimi Study. Ophthalmology 113 : 1613-1617, 2006. より許可を得て転載, 改変)

い例を含めると 6.3(5.0~7.6)%, 女性では確定診断例 3.7(2.8~4.6)%, 疑い例を含めると 5.8(4.7~6.9)% と, やや男性で多い傾向が認められたが, その差はわずかであった。性別を含めた原発開放隅角緑内障(広義)の発症危険因子についての解析³⁾では, 性別は有意な危険因子ではなかった。一方, 21 mmHg を正常眼圧上限とした場合の正常眼圧緑内障と眼圧が 21 mmHg を超えた症例(原発開放隅角緑内障)の有病率を各々検討した結果(表 8)においては, 正常眼圧緑内障の有病率が 3.6(2.9~4.3)% であったのに対し, 原発開放隅角緑内障の有病率はその 10 分の 1 以下の 0.3(0.1~0.5)% であり, さらに疑い例までを含めると正常眼圧緑内障の有病率は 5.7(4.8~6.5)% と上昇するのに対し, 原発開放隅角緑内障の有病率は変化がなく, 原発開放隅角緑内障(広義)の圧倒的多数が正常眼圧を示しているという結果であった。一方, 高眼圧症は 0.8(0.5~1.1)% で認められ, 原発開放隅角緑内障と比較すると倍以上存在することが明らかになった。

また, 確定診断された原発開放隅角緑内障(広義)119

例のうち, 多治見スタディ以前に診断されていたのは 8 例 6.7% に過ぎず, さらにその 8 例のうち半数は緑内障治療を受けていなかった。この 93.3% が未診断であったということは原発開放隅角緑内障(広義)が自覚症状に乏しいことによることが主な理由であろうが, 日常診療上においても緑内障を見落とさないように十分な注意が必要であることを警告していると受け止められる。

2. 眼圧分布¹⁾

全参加者における眼圧平均値は右眼 14.6±2.7(平均値±標準偏差) mmHg (n=3,003), 左眼 14.5±2.7 mmHg (n=3,000) であった。そのうち, 緑内障が認められなかった被検者の平均眼圧値は右眼 14.5±2.5 mmHg (n=2,759), 左眼 14.4±2.6 mmHg (n=2,757) であり, 一方, 原発開放隅角緑内障(広義)と診断された被検者の平均眼圧は右眼 15.4±2.8 mmHg (n=115), 左眼 15.2±1.8 mmHg (n=115) と非緑内障と比べ有意に高かったものの(Student's t-test, p=0.0004 および p=0.0026), その差は 1 mmHg 未満に過ぎなかった。図 1 に全被検者および原発開放隅角緑内障(広義)の右眼眼

表 12 年齢別原発閉塞隅角緑内障および原発閉塞隅角緑内障疑い例粗有病率

年齢層 (歳)	原発閉塞隅角緑内障有病率 (%, 95% 信頼区間)			原発閉塞隅角緑内障疑い例有病率 (%, 95% 信頼区間)		
	男性	女性	全体	男性	女性	全体
40~49	0/338 (0.0, 0.0~0.0)	0/445 (0.0, 0.0~0.0)	0/783 (0.0, 0.0~0.0)	0/338 (0.0, 0.0~0.0)	0/445 (0.0, 0.0~0.0)	0/783 (0.0, 0.0~0.0)
50~59	0/427 (0.0, 0.0~0.0)	2/532 (0.4, 0.0~0.90)	2/959 (0.2, 0.0~0.50)	1/427 (0.2, 0.0~0.68)	0/532 (0.0, 0.0~0.00)	1/959 (0.1, 0.0~0.30)
60~69	1/324 (0.3, 0.0~0.92)	5/360 (1.4, 0.18~2.60)	6/684 (0.9, 0.18~1.58)	0/324 (0.0, 0.0~0.0)	1/360 (0.3, 0.0~0.83)	1/684 (0.2, 0.0~0.44)
70~79	3/190 (1.6, 0.0~3.35)	3/238 (1.3, 0.0~2.68)	6/428 (1.4, 0.29~2.51)	1/190 (0.5, 0.0~1.56)	2/238 (0.8, 0.0~2.00)	3/428 (0.7, 0.0~1.49)
80 以上	1/55 (1.8, 0.0~5.35)	4/112 (3.6, 0.13~7.01)	5/167 (3.0, 0.41~5.57)	0/55 (0.0, 0.0~0.0)	1/112 (0.9, 0.0~2.63)	1/167 (0.6, 0.0~1.77)
全例	5/1334 (0.3, 0.01~0.67)	14/1687 (0.9, 0.45~1.31)	19/3021 (0.6, 0.35~0.91)	2/1334 (0.1, 0.0~0.35)	4/1687 (0.3, 0.07~0.53)	6/3021 (0.2, 0.06~0.38)

(Yamamoto T, et al : The Tajimi Study Report 2. Prevalence of primary angle closure and secondary glaucoma in a Japanese population. Ophthalmology 112 : 1661-1669, 2005. より許可を得て転載, 改変)

表 13 年齢別原発閉塞隅角症(原発閉塞隅角緑内障および疑い例を除外)粗有病率

年齢層 (歳)	原発閉塞隅角症有病率(%, 95% 信頼区間)		
	男性	女性	全体
40~49	0/338(0.0, 0.0~0.0)	1/445(0.2, 0.0~0.66)	1/783(0.1, 0.0~0.38)
50~59	0/427(0.0, 0.0~0.0)	2/532(0.4, 0.0~0.90)	2/959(0.2, 0.0~0.50)
60~69	1/324(0.3, 0.0~0.92)	2/360(0.6, 0.0~1.33)	3/684(0.4, 0.0~0.94)
70~79	0/190(0.0, 0.0~0.0)	6/238(2.5, 0.53~4.51)	6/428(1.4, 0.29~2.51)
80 以上	0/55 (0.0, 0.0~0.0)	2/112(1.8, 0.0~4.25)	2/167(1.2, 0.0~2.85)
全例	1/1,334(0.1, 0.0~0.22)	13/1,687(0.9, 0.52~1.35)	14/3,021(0.5, 0.26~0.74)

(Yamamoto T, et al : The Tajimi Study Report 2. Prevalence of primary angle closure and secondary glaucoma in a Japanese population. Ophthalmology 112 : 1661-1669, 2005. より許可を得て転載, 改変)

圧分布と眼圧値別の原発開放隅角緑内障(広義)有病率を示すが、眼圧分布はほとんどオーバーラップしており、眼圧値で両者を判別することの困難さを示している。ただし、25 mmHg 以上の高眼圧を示す被検者の原発開放隅角緑内障(広義)有病率は急上昇しており、これに続発緑内障や原発閉塞隅角緑内障までも考慮すると高眼圧を示す例には十分に注意する必要があることは自明である。

3. 中心角膜厚との関連¹⁾⁶⁾

近年、屈折矯正手術の普及も相まって、眼圧と角膜厚の関連を指摘する報告が増えており^{47)~56)}、多治見スタディにおける正常眼圧緑内障有病率の高さとの関連も当然興味が惹かれる部分である。多治見スタディ施行にあっても、全国緑内障疫学調査で正常眼圧緑内障の有病率が高かったことから角膜厚測定的重要性は予測されており、スペキュラー角膜内皮密度測定装置を用いた非接触式中心角膜厚測定が行われた。このスペキュラー角膜内皮密度測定装置を用いた中心角膜厚測定では超音波や角膜形状測定装置などを用いた測定値よりも低く測定され、また右眼より左眼がやや高めに測定される傾向があることが報告されているため⁵⁷⁾⁵⁸⁾、他の論文の測定データと比較する際には注意を要するが、多治見スタディ内

での群間比較では問題にならない。その結果は表 9 に示したとおりで、非緑内障、正常眼圧緑内障、原発開放隅角緑内障の間ではほとんど中心角膜厚の差がなく平均中心角膜厚が 520 μm 前後にまとまっているのに対し、高眼圧症では右眼 535 \pm 29 μm 、左眼 539 \pm 28 μm と高値で、統計学的にも左眼において非緑内障に比べて有意に高い(分散分析ならびに Dunnett 多重検定)という結果が得られた。

中心角膜厚と関連する因子に関する検討⁶⁾では、多変量解析による解析の結果、性別(男性の方が厚い)、高眼圧(眼圧が高いと厚い)、角膜曲率半径(大きい方が厚い)が有意なものとして選択された($p < 0.011$)が、年齢は有意には関連していなかった。

4. 原発開放隅角緑内障(広義)発症の危険因子³⁾

多治見スタディの調査結果に基づき、原発開放隅角緑内障(広義)発症の危険因子に関してクロスセクショナルに解析が行われた。原発開放隅角緑内障(広義)確定診断例 119 例と非緑内障例(落屑症候群、ぶどう膜炎、原発閉塞隅角症例を含まず、高眼圧症例を含む)2,755 例間で単変量ならびに多変量解析による比較が行われた。眼局所因子の解析に関しては 1 例 1 眼として解析され、片眼のみ原発開放隅角緑内障(広義)眼の症例では罹患眼

表 14 原発閉塞隅角緑内障(PACG)有病率報告の比較

スタディ	人種	PACG 有病率(%)
Northern Mongolia ³⁸⁾	モンゴル人	1.4(6.4)
Andhra Pradesh ³⁵⁾	インド人	1.08(3.29)
Meiktila Eye ²⁴⁾	ミャンマー人	2.5
Guangzhou ²⁹⁾	中国人	1.5
Tanjong Pagar ³¹⁾	中国人	1.0
Ponza ²⁷⁾	イタリア人	0.97
Rom Klao ²⁸⁾	タイ人	0.9
Chennai ⁶³⁾	インド人	0.87(1.58)
多治見スタディ ²⁾	日本人	0.6(1.3)
Northwest Alaska ⁴⁶⁾	アラスカエスキモー	0.6
Egna-Neumarkt ³³⁾	イタリア人	0.6
Tanzania ²⁶⁾	黒人	0.59
Aravind ³⁶⁾	インド人	0.5
Dhaka ⁴¹⁾	バングラディッシュ人	0.36
West Bengal ³⁰⁾	インド人	0.23
Japan Nation-wide ¹³⁾	日本人	0.23
Zulus ²⁵⁾	黒人	0.1
Proyecto VER ⁴⁰⁾	ラテンアメリカ系	0.1
Melbourne ⁴²⁾	オーストラリア人 (主に白人)	0.1

括弧内は原発閉塞隅角症を含んだ数字。

が、両眼の場合は、1眼がランダムに選択された。また、非緑内障例では白内障手術眼を除外したうえで、両眼が対象となった場合には、やはり1眼がランダムに選択された。検討した因子としては、眼局所因子として、眼圧(スクリーニング検査眼圧測定値の中央値)、近視度〔等価球面度数-3.0 diopter (D)以下の中程度～強度近視, 等価球面度数-3.0D~-1.0Dの弱度近視, 等価球面度数-1.0D以上の非近視〕, 角膜曲率半径, 中心角膜厚が解析の対象とされ, 全身の因子としては, 年齢, 性別, body mass index〔体重(kg)/身長(m)⁴で算出〕, 糖尿病, 偏頭痛, 喫煙歴, 緑内障家族歴, 高血圧が解析された。糖尿病, 偏頭痛, 喫煙歴, 緑内障家族歴に関しては被検者へのスクリーニング検査質問結果よりデータが抽出され, 高血圧に関しては質問結果に加え, スクリーニング検査時の血圧値が3回測定したときでも収縮期血圧の場合160 mmHg以上, 拡張期血圧の場合95 mmHg以上を高血圧ありとして扱った。これは, 検査時に緊張のために血圧が高値に出た傾向が認められたため, 過剰に高血圧と評価するのを避けるためであった。それぞれの因子について, Student's t test(眼圧, 角膜曲率半径, 中心角膜厚, 年齢, body mass index), Wilcoxon 順位和検定(近視度), Fisher の直接確率法(性別, 糖尿病, 偏頭痛, 喫煙歴, 家族歴, 血圧)を用いて原発開放隅角緑内障(広義)群および非緑内障群間で単変量比較が行われた(表10)。その結果, 眼圧(p=0.0015), 近視度(p=0.044), 年齢(p<0.0001), 血圧(p=0.0094)の4つの因子が危険率5%として統計学的に有意に異なっており, それ以外は有意差がなかった。しかしながら, これらの因子間で関連が存在する可能性が十分考え

られたため, 多重ロジスティック解析により, やはり危険率5%として両者の差に関連する因子をステップワイズに選択した。その結果, 表11に示すように, 眼圧〔眼圧1 mmHg上昇に対するオッズ比1.12(95%信頼区間:1.04~1.21)〕, 近視度〔弱度近視のオッズ比1.85(1.03~3.31), 中程度～強度近視のオッズ比2.60(1.56~4.35)〕, 年齢〔年齢1歳上昇に対するオッズ比1.06(1.04~1.08)〕の3つの因子が選択され, 高血圧は因子として選択されなかった。これは高血圧症例の年齢が63.0±11.1(平均値±標準偏差)歳と非高血圧例の55.9±11.1に比して有意に高く, その結果, 多変量解析では有意な因子として外れてしまったと考えられた。

多治見スタディでは原発開放隅角緑内障(広義)例の92%が眼圧正常例であったにもかかわらず, 非緑内障例に比べると眼圧が有意に高く, 危険因子であることが示された。本解析より眼圧が6 mmHg上昇することにより原発開放隅角緑内障(広義)になる危険が倍になるという結果が得られた。年齢が原発開放隅角緑内障(広義)発症の危険因子とされたことは, 他の多くの報告とも一致するところであり, やはり高齢者においては原発開放隅角緑内障(広義)の存在を常に疑うことが重要であることが確認された。これらに加え, 近視度に関しても原発開放隅角緑内障(広義)発症の危険因子であることが示された。近視が原発開放隅角緑内障(広義)発症の危険因子であることはやはり緑内障疫学調査が行われた Barbados Eye Study⁵⁹⁾や Blue Mountains Eye Study⁶⁰⁾, および Beaver Dam Eye Study⁶¹⁾でも示されており, また Early Manifest Glaucoma Trial (EMGT)の解析でも報告がある⁶²⁾。多治見スタディを含め, これらのような大規模かつ綿密な計画に基づいた調査で近視が原発開放隅角緑内障(広義)発症の危険因子として報告されているということは今後の緑内障診療, 病態生理を考えるうえで重要な情報であると考えられる。

IV 原発閉塞隅角症と原発閉塞隅角緑内障

1. 原発閉塞隅角症, 原発閉塞隅角緑内障の定義

多治見スタディでは原発閉塞隅角緑内障に関して緑内障診療ガイドライン第2版で示された定義を先んじて採用している。具体的には「緑内障」と呼ぶためには視神経乳頭に緑内障性萎縮所見が存在しなければならないということから, 視神経乳頭および視野所見で緑内障性変化が認められない場合は, 「原発閉塞隅角緑内障」とせず, 「原発閉塞隅角症」という分類とした。原発閉塞隅角症の診断は少なくとも一眼において Shaffer 分類2度以下の原発性の狭隅角を認め, ①眼圧が21 mmHgを超える, ②周辺虹彩前癒着がある, ③隅角検査で隅角線維柱帯の色素帯が3/4以上の範囲で観察されない, ④過去に急性原発閉塞隅角症が起きた所見ないしは既往がある, のうち少なくとも1つの所見をもつ眼で, 視神経

表 15 年齢別続発緑内障および続発緑内障疑い例粗有病率(落屑緑内障を除く)

年齢層 (歳)	続発緑内障有病率 (%, 95% 信頼区間)			続発緑内障疑い例有病率 (%, 95% 信頼区間)		
	男性	女性	全体	男性	女性	全体
40~49	0/338 (0.0, 0.0~0.0)	1/445 (0.2, 0.0~0.66)	1/783 (0.1, 0.0~0.38)	0/338 (0.0, 0.0~0.0)	0/445 (0.0, 0.0~0.0)	0/783 (0.0, 0.0~0.0)
50~59	0/427 (0.0, 0.0~0.0)	0/532 (0.0, 0.0~0.0)	0/959 (0.0, 0.0~0.0)	0/427 (0.0, 0.0~0.0)	0/532 (0.0, 0.0~0.0)	0/959 (0.0, 0.0~0.0)
60~69	1/324 (0.3, 0.0~0.92)	1/360 (0.3, 0.0~0.83)	2/684 (0.3, 0.0~0.69)	1/324 (0.3, 0.0~0.92)	1/360 (0.3, 0.0~0.83)	2/684 (0.3, 0.0~0.69)
70~79	2/190 (1.1, 0.0~2.50)	2/238 (0.8, 0.0~2.00)	4/428 (0.9, 0.02~1.84)	0/190 (0.0, 0.0~0.0)	1/238 (0.4, 0.0~1.24)	1/428 (0.2, 0.0~0.68)
80 以上	1/55 (1.8, 0.0~5.35)	1/112 (0.9, 0.0~2.63)	2/167 (1.2, 0.0~2.85)	0/55 (0.0, 0.0~0.0)	0/112 (0.0, 0.0~0.0)	0/167 (0.0, 0.0~0.0)
全例	4/1334 (0.3, 0.0~0.57)	5/1687 (0.4, 0.09~0.61)	9/3021 (0.3, 0.13~0.51)	1/1334 (0.1, 0.0~0.22)	2/1687 (0.1, 0.0~0.31)	3/3021 (0.1, 0.0~0.21)

(Yamamoto T, et al : The Tajimi Study Report 2. Prevalence of primary angle closure and secondary glaucoma in a Japanese population. Ophthalmology 112 : 1661-1669, 2005. より許可を得て転載, 改変)

表 16 年齢別落屑緑内障および落屑緑内障疑い例粗有病率

年齢層 (歳)	落屑緑内障有病率 (%, 95% 信頼区間)			落屑緑内障疑い例有病率 (%, 95% 信頼区間)		
	男性	女性	全体	男性	女性	全体
40~49	0/338 (0.0, 0.0~0.0)	0/445 (0.0, 0.0~0.0)	0/783 (0.0, 0.0~0.0)	0/338 (0.0, 0.0~0.0)	1/445 (0.2, 0.0~0.66)	1/783 (0.1, 0.0~0.38)
50~59	0/427 (0.0, 0.0~0.0)	0/532 (0.0, 0.0~0.0)	0/959 (0.0, 0.0~0.0)	0/427 (0.0, 0.0~0.0)	0/532 (0.0, 0.0~0.0)	0/959 (0.0, 0.0~0.0)
60~69	2/324 (0.6, 0.0~1.47)	1/360 (0.3, 0.0~0.83)	3/684 (0.4, 0.0~0.94)	0/324 (0.0, 0.0~0.0)	0/360 (0.0, 0.0~0.0)	0/684 (0.0, 0.0~0.0)
70~79	0/190 (0.0, 0.0~0.0)	0/238 (0.0, 0.0~0.0)	0/428 (0.0, 0.0~0.0)	1/190 (0.5, 0.0~1.56)	0/238 (0.0, 0.0~0.0)	1/428 (0.2, 0.0~0.68)
80 以上	2/55 (3.6, 0.0~8.59)	0/112 (0.0, 0.0~0.0)	2/167 (1.2, 0.0~2.85)	0/55 (0.0, 0.0~0.0)	1/112 (0.9, 0.0~2.63)	1/167 (0.6, 0.0~1.77)
全例	4/1334 (0.3, 0.0~0.57)	1/1687 (0.1, 0.0~0.17)	5/3021 (0.2, 0.02~0.30)	1/1334 (0.1, 0.0~0.22)	2/1687 (0.1, 0.0~0.31)	3/3021 (0.1, 0.0~0.21)

(Yamamoto T, et al : The Tajimi Study Report 2. Prevalence of primary angle closure and secondary glaucoma in a Japanese population. Ophthalmology 112 : 1661-1669, 2005. より許可を得て転載, 改変)

乳頭ならびに視野所見に緑内障性変化をもたないものとされた。一方、原発閉塞隅角緑内障は原発閉塞隅角症の診断基準を満たし、かつ主として視神経乳頭ならびに視野所見からなる多治見スタディにおける緑内障の診断基準を満たしたものとされた。したがって、従来の原発閉塞隅角緑内障の定義による有病率は多治見スタディにおける原発閉塞隅角緑内障の有病率に原発閉塞隅角症の有病率を併せたものとなる。

2. 原発閉塞隅角緑内障の有病率²⁾

表 5 にあるように多治見市における人口構成に標準化した後の原発閉塞隅角緑内障の有病率は 0.6(95% 信頼区間: 0.4~0.9)% で、男性が 0.3(0.0~0.7)%、女性が 0.9(0.5~1.3)% と女性が男性の 3 倍の有病率を示しており、疑い例を含んだ有病率は全体 0.8(0.5~1.2)% で、男性が 0.5(0.1~0.9)%、女性が 1.1(0.6~1.6)% と女性が男性の 2 倍以上の有病率であった。また、表 12 の原発閉塞隅角緑内障および疑い例の性別年齢別粗有病率と、表 13 の原発閉塞隅角症の性別年齢別粗有病率に示されるように、原発閉塞隅角緑内障、原発閉塞隅

角症ともにほぼすべての年齢層において女性の方が男性よりも有病率が高く、原発閉塞隅角緑内障の粗有病率は男性が 0.3(0.01~0.67)%、女性が 0.9(0.45~1.31)% で全体で 0.6(0.35~0.91)%、原発閉塞隅角緑内障疑いの粗有病率は男性が 0.1(0.0~0.35)%、女性が 0.3(0.07~0.53)% で全体で 0.2(0.06~0.38)%、原発閉塞隅角症の粗有病率は男性が 0.1(0.0~0.22)%、女性が 0.9(0.52~1.35)% で全体で 0.5(0.26~0.74)% であり、したがって、従来の原発閉塞隅角緑内障の定義による原発閉塞隅角緑内障の粗有病率は 0.6+0.5=1.1% (男性 0.3+0.1=0.4%, 女性 0.9+0.9=1.8%), 疑い例を含めると 0.6+0.5+0.2=1.3% (男性 0.3+0.1+0.1=0.5%, 女性 0.9+0.9+0.3=2.1%) となった。

また、原発閉塞隅角緑内障の有病率は年齢が上がるとともに著明に増加し、70 歳以上では男性が (3+1)/245 = 1.6%, 女性が (3+4)/350 = 2.0% で全体で (6+5)/595 = 1.8% という値であった。さらに、原発閉塞隅角障を含めた場合、70 歳以上では男性が (3+1+0+0)/245 = 1.6%, 女性が (3+4+6+2)/350 = 4.3%, 全体で

表 17 年齢別落屑症候群粗有病率(落屑緑内障および落屑緑内障疑い例を除く)

年齢層 (歳)	落屑症候群有病率(% , 95% 信頼区間)		
	男性	女性	全体
40~49	0/338(0.0, 0.0~0.0)	0/445(0.0, 0.0~0.0)	0/783(0.0, 0.0~0.0)
50~59	0/427(0.0, 0.0~0.0)	2/532(0.4, 0.0~0.90)	2/959(0.2, 0.0~0.50)
60~69	3/324(0.9, 0.0~1.98)	4/360(1.1, 0.03~2.19)	7/684(1.0, 0.27~1.77)
70~79	4/190(2.1, 0.07~4.15)	4/238(1.7, 0.05~3.31)	8/428(1.9, 0.59~3.15)
80以上	2/55 (3.6, 0.0~8.59)	3/112(2.7, 0.0~5.67)	5/167(3.0, 0.41~5.57)
全例	9/1,334(0.6, 0.18~1.06)	13/1,687(0.9, 0.46~1.29)	22/3,021(0.8, 0.47~1.07)

(Yamamoto T, et al : The Tajimi Study Report 2. Prevalence of primary angle closure and secondary glaucoma in a Japanese population. Ophthalmology 112 : 1661-1669, 2005. より許可を得て転載, 改変)

表 18 Frequency Doubling Technology の緑内障
検出感度・特異度

	異常点あり	異常点なし
緑内障確定診断例(171 眼)	95	76
緑内障疑い例(116 眼)	19	97
正常例(5,295 眼)	388	4,907
感度(95/171 眼)55.6(95% 信頼区間 : 48.1~63.0)%, 特異度(4,907/5,295 眼)92.7(95% 信頼区間 : 92.0~93.4)%, 陽性予測値(95/502 眼)18.9(95% 信頼区間 : 15.5~22.4)%, 陰性予測値(5,004/5,080 眼)98.50(95% 信頼区間 : 98.2~98.8)%		

(Iwase A, et al : Performance of frequency-doubling technology perimetry in a population-based prevalence survey of glaucoma. The Tajimi Study. Ophthalmology 114 : 27-32, 2007. より許可を得て転載, 改変)

(6+5+6+2)/595=3.2% と特に女性での有病率の増加が著しいという結果が得られた。したがって、女性の高齢者においては原発閉塞隅角緑内障の発症可能性を常に考慮すべきということに関して他科を含めて積極的に伝達していく必要があると考えられた。

他の原発閉塞隅角緑内障に関する疫学調査で報告された有病率との比較を表 14^{2)13)24)~31)33)35)36)38)40)~42)46)63)} に示す。原発閉塞隅角緑内障の有病率を比較する場合、緑内障性視神経障害ならびに視野障害の基準の相違、調査年齢、人口分布の相違に加え、前述のようにその定義に視神経障害や視野障害を含めるか、高眼圧例をどう扱うかなど、また、それぞれの疫学調査ごとに異なる部分があるため、他の報告との単純な比較は原発開放隅角緑内障(広義)の場合以上に問題を生じやすい。そのため十分に慎重に行うべきではあるが、多治見スタディの結果はアジア人で民俗学的に近いとされるモンゴルの報告³⁸⁾や、やはりアジア人であるミャンマー人²⁴⁾、中国人²⁹⁾³¹⁾などと比べて低い傾向にあるようであった。一方、米国やオーストラリア、アフリカなどで行われた調査と比較するとイタリアの 2 報告²⁷⁾³³⁾を除いてそれらの値よりも高い傾向にあった。また、インド人の有病率は報告によって差が大きく³⁰⁾³⁵⁾³⁶⁾⁶³⁾比較は困難であったが、タイ人²⁸⁾、イタリア人²⁷⁾³³⁾、アラスカエスキモー⁴⁶⁾などとは比較的似通った有病率を示していた。

3. van Herick 法に関する検討²⁾

多治見スタディでは、原発閉塞隅角緑内障および原発閉塞隅角症の診断に関してスクリーニング検診では van Herick 法が採用され、van Herick 法で 2 度以下の狭隅角を認めた症例に関しては確定診断検査で全例隅角鏡検査が行われた。その結果、van Herick 法で 3 度以上の症例については不明であるが、2 度以下の例に関して van Herick 法のスクリーニング能力を検証することが可能であった。多治見スタディのスクリーニング検診で少なくとも片眼で van Herick 法 2 度以下の狭隅角を認めたのは全体の 4.5% にあたる 135 例であった。また van Herick 法 1 度以下の著しい狭隅角を認めた症例は 0.6%、19 名であった。van Herick 法で 1 度以下と判定された例のすべておよび 2 度と判定されたうちの 69.8%、81 例では、Shaffer 分類 2 度以下の狭隅角を呈していたことから、van Herick 法の臨床的有用性が改めて証明された。

V 続発緑内障と落屑症候群

1. 続発緑内障有病率

原発閉塞隅角緑内障の場合と同様、続発緑内障の診断も原則として視神経乳頭所見と視野所見に基づいて行われた。したがって、高眼圧のみでは診断されていないことに注意が必要である。また、落屑緑内障および落屑症候群については症例数が多かったため、特に詳細に検討されている。多治見市における人口構成に標準化した後の続発緑内障の有病率は 0.5(95% 信頼区間 : 0.2~0.7)% で、男性が 0.6(0.2~1.0)%、女性が 0.4(0.1~1.7)%、疑い例を含んだ有病率は全体 0.7(0.4~1.0)% で、男性が 0.7(0.2~1.2)%、女性が 0.6(0.3~1.0)% であった(表 5)。また、表 15 に落屑緑内障以外の続発緑内障と続発緑内障疑い例の性別年齢別粗有病率、表 16 に落屑緑内障と落屑緑内障疑い例の性別年齢別粗有病率を示す。いずれも年齢が高くなるにつれ有病率が上がるような傾向が見て取れるが、症例数が少ないため、有意差は認められていない。また、落屑緑内障は続発緑内障総数の半分弱を占めていることが分かる。

表 19 病期別の緑内障検出感度

	異常点あり	異常点なし	感度(95% 信頼区間)
MD > -2 dB (28 眼)	9	19	32.1(14.8~49.4) %
-2 dB ≥ MD > -5 dB (31 眼)	15	16	48.4(30.8~66.0) %
-5 dB ≥ MD > -8 dB (19 眼)	14	5	73.7(53.9~93.5) %
MD ≤ -8 dB (29 眼)	28	1	96.6(89.9~100) %

dB = decibel, MD = mean deviation

(Iwase A, et al : Performance of frequency-doubling technology perimetry in a population-based prevalence survey of glaucoma. The Tajimi Study. Ophthalmology 114 : 27-32, 2007. より許可を得て転載, 改変)

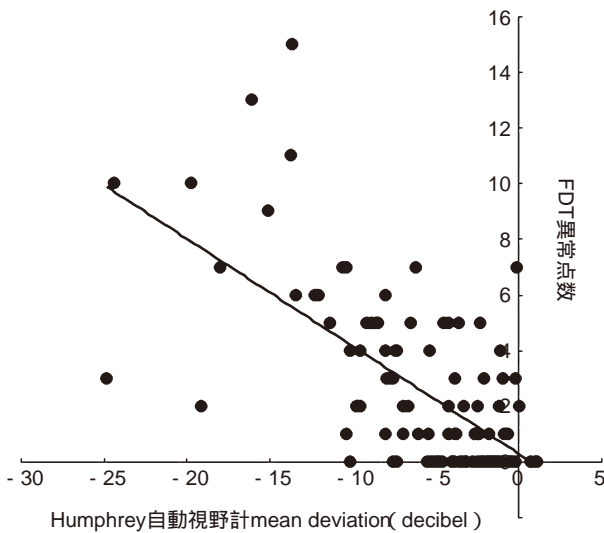


図 2 Humphrey 自動視野計の mean deviation (MD) と Frequency Doubling Technology (FDT) C-20-1 の異常点の個数の関係。

FDT 異常点の個数は MD が小さくなるほど多くなる傾向を認めた (Pearson 相関係数 $r=0.713$, $p<0.001$)。

(Iwase A, et al : Performance of frequency-doubling technology perimetry in a population-based prevalence survey of glaucoma. The Tajimi Study. Ophthalmology 114 : 27-32, 2007. より許可を得て転載, 改変)

2. 落屑症候群と落屑緑内障²⁾

落屑症候群の性別年齢別粗有病率を表 17 に示す。全体の粗有病率は 0.8(95% 信頼区間 : 0.47~1.07) % で、男性が 0.6(0.18~1.06) %、女性が 0.9(0.46~1.29) % とやや女性に多い傾向があり、高齢になるほど有病率が上がっている。また、表 16 に示した落屑緑内障および落屑緑内障疑い例を併せた落屑物質陽性例の有病率は全体で $(5+3+22)/3,021=1.0\%$ 、男性で $(4+1+9)/1,334=1.0\%$ 、女性で $(1+2+13)/1,687=0.95\%$ と男女ともにほぼ 1% に落屑物質を認めた。70 歳以上では全体で $(2+2+13)/595=2.9\%$ 、男性で $(2+1+6)/245=3.7\%$ 、女性で $(0+1+7)/350=2.3\%$ とやはり高齢者で高い傾向がみられた。これらの数字と落屑緑内障の有病率の数字を比較すると、落屑緑内障/落屑物質陽性例の割合は、

全体で $5/(5+3+22)=17\%$ 、70 歳以上で $2/(2+2+13)=12\%$ と、特に高齢者で増加することはなく、また落屑物質を認める例の 2 割以下しか落屑緑内障になっていないことが明らかとなった。ただし、多治見スタディでは全例散瞳しているわけではないため、落屑物質のすべてを検出しているわけではない可能性が高く、そのことには注意して評価する必要があると考えられた。

VI Frequency Doubling Technology 視野計の有用性に関しての検討⁵⁾

多治見スタディでは視野検査のスクリーニングとして Frequency Doubling Technology 視野計のスクリーニングプログラムである C-20-1 (FDT C-20-1) を採用した。これは多治見スタディの計画当時既に Frequency Doubling Technology のスクリーニングプログラムが緑内障検出に有効であることが示されており⁶⁴⁾⁶⁵⁾、また、測定時間が短いという特性があったためである。多治見スタディでは 3,021 人が対象者として参加し、検診会場でのスクリーニング検診に参加したのが 2,977 名であったが、そのうち被検者の低視力や理解困難、その他の理由で Frequency Doubling Technology 検査を行えなかった被検者、被検眼があったため、最終的に 2,942 名 5,834 眼においてデータが採取された。両眼において視野データが測定可能であった 2,892 例 5,784 眼のうち信頼性のあるデータが獲得可能(具体的には固視不良ならびに擬陽性が 33% 以下)であったのは、5,707 眼、98.7% であった。Frequency Doubling Technology の緑内障検出感度・特異度については、信頼性の乏しかったデータに加え、低視力や他の視野異常を来す可能性のある疾患例など除いた 5,582 眼の結果を用いて検討された。表 18 に陽性基準を異常点が少なくとも 1 ポイントとした結果を示す。FDT C-20-1 で異常とされたのは正常眼で 7.3%、緑内障疑い眼で 16.4%、緑内障眼で 55.6% であり、緑内障眼と正常眼を対象とした FDT C-20-1 の感度、特異度はそれぞれ 55.6(95% 信頼区間 : 48.1~63.0) %、92.7(92.0~93.4) % であった。また、これらの感度、特異度は等価球面度数 -8 D 以下の強度近視眼 101 眼を除いてもほとんど変化がなかった。さらに、左右眼での比較では右眼が感度 49.4(38.8~60.0)

表 20 世界保健機関(WHO)基準による両眼ロービジョン患者率(%、95%信頼区間)

年齢層(歳)	男性	女性	全体
40~49	0.30(0.05~1.66)	—	0.13(0.02~0.72)
50~59	—	—	—
60~69	—	—	—
70~79	—	1.73(0.68~4.37)	0.96(0.38~2.45)
80以上	2.08(0.37~10.90)	4.30(1.69~10.54)	3.55(0.50~6.60)
40歳以上	0.15(0.04~0.55)	0.48(0.15~0.81)	0.34(0.13~0.55)
40歳以上*	0.17(0.05~0.56) [†]	0.61(0.28~0.94) [†]	0.39(0.18~0.60)
40歳以上 [‡]			0.25

—：基準を満たす例なし。

*：多治見市の年齢および性別分布に従って標準化したもの。

[†]：男女間に有意差あり。p=0.0636。

[‡]：世界人口統計に従って標準化したもの。

(Iwase A, et al : Prevalence and causes of low vision and blindness in a Japanese adult population. The Tajimi Study. Ophthalmology 113 : 1354-1362, 2006. より許可を得て転載, 改変)

表 21 アメリカ合衆国基準による両眼ロービジョン患者率(%、95%信頼区間)

年齢層(歳)	男性	女性	全体
40~49	0.59(0.16~2.13)	—	0.26(0.07~0.93)
50~59	—	—	—
60~69	0.62(0.17~2.24)	0.28(0.05~1.56)	0.44(0.15~1.29)
70~79	—	3.03(0.82~5.24)	1.69(0.45~2.93)
80以上	4.17(1.15~13.98)	11.83(5.28~18.39)	9.22(4.44~14.00)
40歳以上	0.46(0.09~0.83)	1.15(0.64~1.66)	0.84(0.51~1.17)
40歳以上*	0.48(0.12~0.84) [†]	1.47(0.98~1.97) [†]	0.98(0.66~1.30)
40歳以上 [‡]			0.64

—：基準を満たす例なし。

*：多治見市の年齢および性別分布に従って標準化したもの。

[†]：男女間に有意差あり。p=0.0079。

[‡]：世界人口統計に従って標準化したもの。

(Iwase A, et al : Prevalence and causes of low vision and blindness in a Japanese adult population. The Tajimi Study. Ophthalmology 113 : 1354-1362, 2006. より許可を得て転載, 改変)

表 22 WHO 基準およびアメリカ合衆国基準による両眼失明患者率(%、95%信頼区間)

年齢層(歳)	男性	女性	全体
40~49	—	—	—
50~59	0.23(0.04~1.31)	0.19(0.03~1.06)	0.21(0.06~0.76)
60~69	—	0.28(0.05~1.56)	0.15(0.03~0.83)
70~79	—	—	—
80以上	—	1.08(0.19~5.82)	0.71(0.13~3.91)
40歳以上	0.08(0.01~0.43)	0.18(0.06~0.53)	0.13(0.05~0.34)
40歳以上*	0.08(0.02~0.35)	0.20(0.08~0.51)	0.14(0.06~0.32)
40歳以上 [†]			0.11

—：基準を満たす例なし。

*：多治見市の年齢および性別分布に従って標準化したもの。

[†]：世界人口統計に従って標準化したもの。

(Iwase A, et al : Prevalence and causes of low vision and blindness in a Japanese adult population. The Tajimi Study. Ophthalmology 113 : 1354-1362, 2006. より許可を得て転載, 改変)

表 23 疾患別のアメリカ合衆国基準による視力障害(ロービジョン+失明)率(%、95%信頼区間)

疾患	40 歳以上	40 歳以上*	40 歳以上†
白内障	0.37(0.15~0.59)	0.44(0.23~0.65)	0.25
緑内障	0.10(0.03~0.30)	0.11(0.04~0.31)	0.09
近視性黄斑変性	0.10(0.03~0.30)	0.10(0.03~0.29)	0.11
角膜混濁	0.07(0.02~0.24)	0.09(0.03~0.28)	0.04
糖尿病網膜症	0.07(0.02~0.24)	0.06(0.02~0.24)	0.06
視神経萎縮	0.07(0.02~0.24)	0.07(0.02~0.24)	0.05
ぶどう膜炎	0.07(0.02~0.24)	0.08(0.02~0.26)	0.06
網脈絡膜萎縮	0.07(0.02~0.24)	0.09(0.03~0.28)	0.04
網膜色素変性	0.03(0.01~0.19)	0.03(0.01~0.19)	0.03
弱視	0.03(0.01~0.19)	0.04(0.01~0.21)	0.02

* : 多治見市の年齢および性別分布に従って標準化したもの.

† : 世界人口統計に従って標準化したもの.

(Iwase A, et al : Prevalence and causes of low vision and blindness in a Japanese adult population. The Tajimi Study. Ophthalmology 113 : 1354-1362, 2006. より許可を得て転載, 改変)

%, 特異度 93.0(92.0~93.9)%, 左眼で感度 61.6(51.4~71.9)%, 特異度 92.4(91.4~93.4)% と左眼で感度が高い傾向があったが, 確定診断検診で行われた Humphrey 自動視野計 SITA C 30-2 プログラムの結果で緑内障眼中, 信頼できる結果が得られた 107 眼のデータについて平均 mean deviation (MD) 値を算出した結果では, 右眼が -6.54 ± 6.80 (平均値 \pm 標準偏差) dB, 左眼が -5.36 ± 4.23 dB と有意差はなかった. さらに, 確定診断検診で行われた Humphrey 自動視野計 SITA C 30-2 プログラムで示された病期別に FDT C-20-1 の感度に関して検討された結果(表 19), MD 値が小さいほど(病期の進行が強いほど)FDT C-20-1 の感度が上昇し, MD が -2.00 dB を超えるときは感度が 32.1(14.8~49.4)% であるのに対し, MD が -8.00 dB 以下のときは 96.6(89.9~100.0)% であった. さらに, FDT C-20-1 の異常点の個数も MD が小さくなるほど多くなる傾向を認めた(Pearson 相関係数 $r=0.713$, $p<0.001$, 図 2).

多治見スタディにおいて FDT C-20-1 の感度が 55.6% しかなかったというのは, 従来報告されていた FDT のスクリーニングプログラムの感度(83~93%)に比べて著しく低い. この理由としては, 多治見スタディに参加した多くの被検者が視野検査を受けた経験がなかったこと, ならびに多くの被検者で緑内障病期が比較的初期であったことの影響が大きかったと考えられた. すなわち, 表 19 に示すように, 信頼性のある Humphrey 自動視野計 SITA 30-2 プログラム結果が得られた 107 眼の緑内障眼中, MD > -5 dB の早期眼が 59 例で, 55% を占め, これらの症例における感度が $(9+15)/59=40.7\%$ と非常に低い値であった影響が大きかったことが推定された. MD が -5.00 dB 以下の例に関しては, 感度 $(14+28)/48=87.5\%$ と比較的良好であった. したがって, 特異度が 92.7% と高い値を示し

たことを併せ, 少なくとも中期以上の緑内障検出に関しては FDT C-20-1 はスクリーニングとして有用であることが示された.

VII 視力障害原因に関する検討⁴⁾

日本における視力障害原因に関する人口疫学的な調査はこれまでなされておらず, 多治見スタディにおいて行われた視力検査を含む詳細な眼科的検査に基づき, 視力障害原因についての解析が行われた. 対象は, 多治見スタディ参加者 3,021 人中, そのうち矯正視力を含む完全な眼科的検査が行えた 2,977 人である. また, 解析はロービジョンおよび失明基準としては世界的に広く用いられている世界保健機関(WHO)による基準(ロービジョン定義: 視力良好眼の矯正視力が 0.05 以上 0.3 以下, 失明定義: 視力良好眼の矯正視力が 0.05 未満)と米国基準(ロービジョン定義: 視力良好眼の矯正視力が 0.1 より良く 0.5 未満, 失明定義: 視力良好眼の矯正視力が 0.1 以下)の 2 通りの基準について行われた. その結果, 失明率は WHO 基準によっても米国基準によっても 0.14(95% 信頼区間: 0.06~0.32)% であり, ロービジョン者は WHO 基準で 0.39(0.18~0.60)%, 米国基準で 0.98(0.66~1.30)% であった(表 20~22). 失明原因としてはメタノールによる視神経萎縮, 近視性黄斑変性, 網膜色素変性症およびぶどう膜炎が各 1 例ずつであり, ロービジョンの原因としては白内障 [0.44(0.23~0.65)%] および緑内障が多数を占めた(表 23). 失明およびロービジョンの原因の 1 位は白内障で 0.44(0.23~0.65)% が白内障が原因の視力障害を来していたことより, まだまだ白内障手術を受ける機会を逸している患者が存在することが示唆された. また, 男女別では両眼ロービジョン例が女性にやや多い傾向があり, また高齢者に多かった. 眼単位で集計したロービジョンの原因を

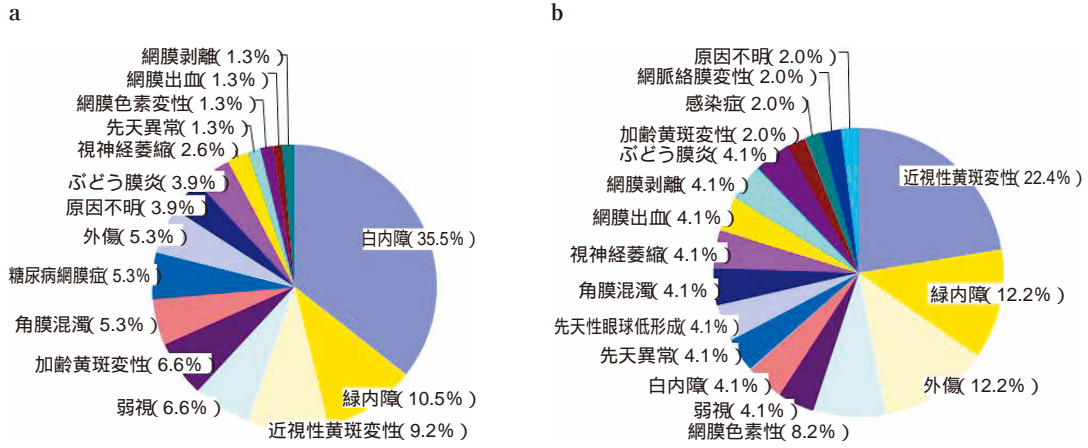


図 3 WHO 基準による片眼性ロービジョン(a)および片眼性失明(b)の原因疾患分布。
 (Iwase A, et al : Prevalence and causes of low vision and blindness in a Japanese adult population. The Tajimi Study. Ophthalmology 113 : 1354-1362, 2006. より許可を得て転載, 改変)

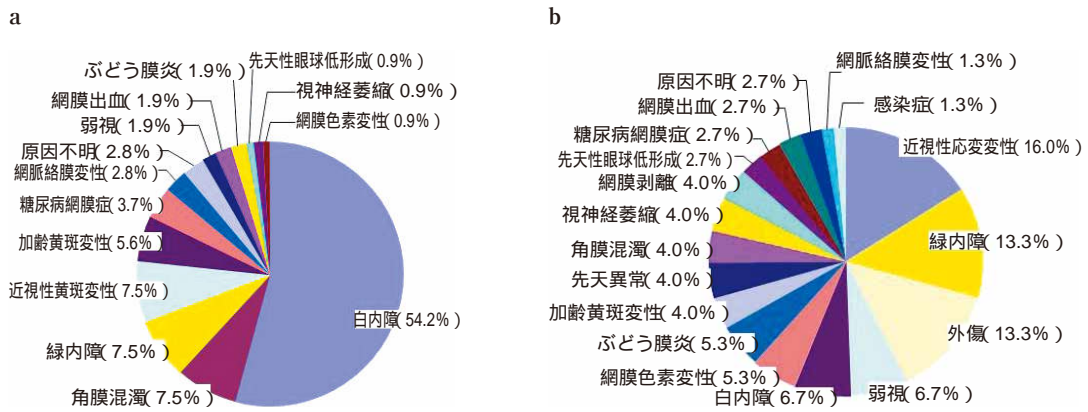


図 4 米国基準による片眼性ロービジョン(a)および片眼性失明(b)の原因疾患分布。
 (Iwase A, et al : Prevalence and causes of low vision and blindness in a Japanese adult population. The Tajimi Study. Ophthalmology 113 : 1354-1362, 2006. より許可を得て転載, 改変)

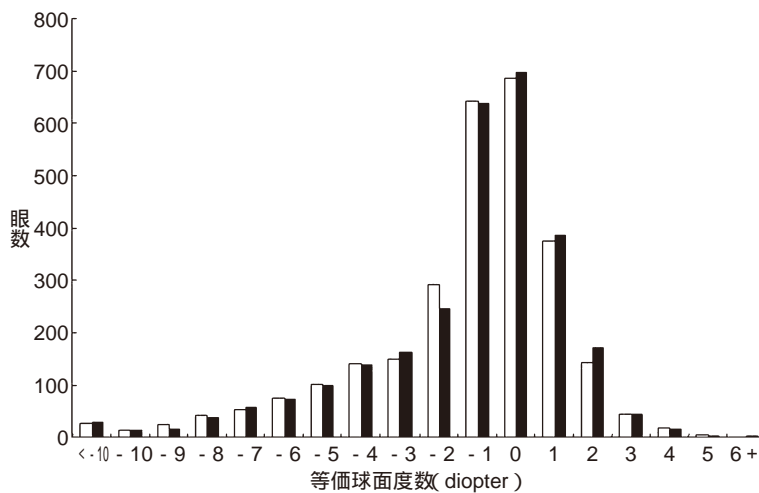


図 5 両眼から屈折データの得られた 2,765 例の右眼および左眼の等価球面度数分布。
 等価球面度数の平均は右眼で-0.90(95% 信頼区間: -1.00~0.80)D, 左眼で-0.82(-0.92~0.72)D であった。□: 右眼, ■: 左眼。
 (Sawada A, et al : Refractive errors in an elderly Japanese population. The Tajimi Study. Ophthalmology 115 : 363-370, 2008. より許可を得て転載, 改変)

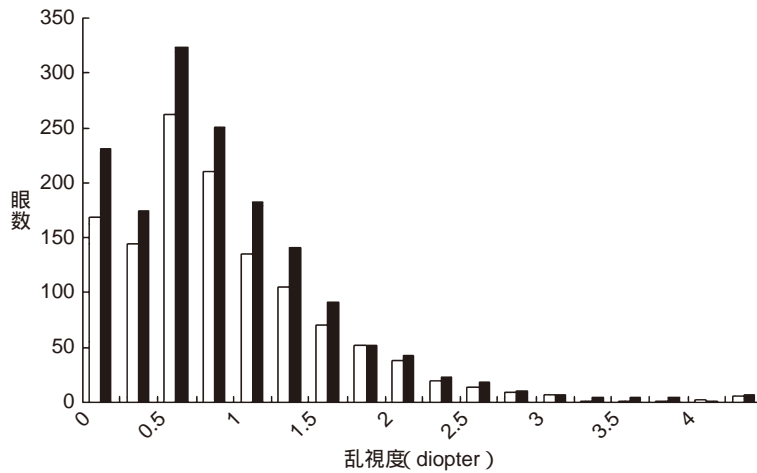


図 6 2,829 眼(右眼, 男性 1,526 例, 女性 1,573 例)の乱視分布。
 平均値は男性で 0.85(95% 信頼区間: 0.80~0.89)D, 女性で 0.83(0.80~0.87)D であった。
 □: 男性, ■: 女性。
 (Sawada A, et al: Refractive errors in an elderly Japanese population. The Tajimi Study. Ophthalmology 115: 363-370, 2008. より許可を得て転載, 改変)

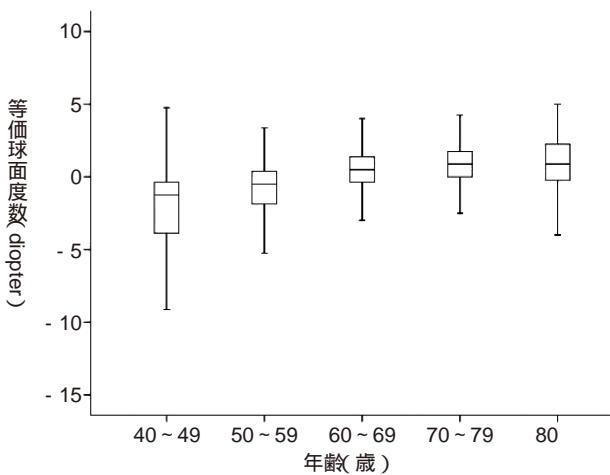


図 7 年齢別の等価球面度数分布を箱ひげ図で示す。それぞれの四角は 25 パーセントイルと 75 パーセントイルの範囲を示し, 中央値が横線で示されている。ヒゲはパーセントイル範囲の最大 1.5 倍まで伸びている。等価球面度数は年齢と有意な相関を示した ($r=0.53, p<0.001$, Spearman 順位検定)。
 (Sawada A, et al: Refractive errors in an elderly Japanese population. The Tajimi Study. Ophthalmology 115: 363-370, 2008. より許可を得て転載, 改変)

障害者数は今後さらに増えていくものと予想された。

VIII 屈折状態に関する検討⁷⁾

屈折異常, 特に近視は東アジアにおいて多いことが報告されており, 社会的にも負担になっていると考えられる。しかしながら, 日本人の屈折状態に関する詳細な調査はほとんど行われていない。そこで多治見スタディの参加者の屈折状態が分析された⁷⁾。その結果, 等価球面度数 -0.5 D 未満の近視, -5.0 D 未満の強度近視, 0.5 D を超える遠視, 0.5 D を超える乱視, 左右差 -1.0 D を超える不同視がそれぞれ 41.8 (95% 信頼区間: 40.0~43.6)%, 8.2 (7.2~9.2)%, 27.9 (26.3~29.6)%, 54.0 (52.1~55.8)%, 15.1 (13.7~16.4)% に認められた。等価球面度数の平均は右眼で -0.90 (-1.00 ~ -0.80)D, 左眼で -0.82 (-0.92 ~ -0.72)D (図 5) で, また乱視の平均値は男性で 0.85 (0.80~0.89) D, 女性で 0.83 (0.80~0.87) D (図 6) であった。等価球面度数は年齢が上がるにつれ大きくなり ($r=0.53, p<0.001$, Spearman 順位検定, 図 7), 近視は年齢が低いほど, 遠視は年齢が高いほど多かった。

今回の等価球面度数 (SE) -0.5 D 未満の近視が 41.8 (40.0~43.6)%, -5.0 D 未満の強度近視が 8.2 (7.2~9.2)% という高率に認められたという結果は, 近視が多いとされている他の東アジア地域からの報告であるシンガポールの報告 (35% および 6.9%)⁶⁷⁾, インドネシアの報告 (34.1% および 1.7% [SE<6.0 D])⁶⁸⁾, 台湾の報告 (18.3% および 2.3% [SE<6.0 D])⁶⁹⁾, モンゴルの報告 (17.2% および 2.73% [SE<6.0 D])⁷⁰⁾, 中国の報告 (21.8% および 3.3% [SE<6.0 D])⁷¹⁾ などと比べても非常に高い結果であり, 他の地域での報告に比べる

図 3 および図 4 に示すが, やはり白内障が原因として多く, その他, 緑内障, 近視性黄斑変性, 角膜混濁, 加齢黄斑変性, 糖尿病, 弱視, 外傷などであった。本解析の結果を 2003 年末における日本の全人口分布⁶³⁾に当てはめて計算すると, 日本全体で約 9 万人の WHO 基準両眼失明者と約 25 万人の WHO 基準ロービジョン者 (米国基準だと約 64 万人) が存在すると推定された。高齢者に視力障害者が多い傾向から考えて, これらの推定視覚

とさらに高いという結果であった。したがって、本邦において近視が大きな問題点であることが明らかになった。これは、近視が緑内障の危険因子であるという結果が得られたこと、さらに近視が緑内障以外にも網膜剥離をはじめとしたさまざまな眼疾患の危険因子であることを併せて考えると、本データは本邦における失明予防を考えるうえできわめて重要な基礎データになると考えられた。

IX おわりに

多治見スタディは緑内障有病率算出を目的に行われた疫学調査であり、78.1%という現代の日本では困難な参加率を達成して、緑内障各病型の有病率を明らかにすることができた。加えて、調査が多くの眼科専門医によって厳密に行われたものであったため、当初の目的であった緑内障有病率算出の目的を超えて、緑内障発症の危険因子、未発見緑内障患者の割合とその背景、緑内障のスクリーニング法に関する検討、失明原因統計、屈折の分布、中心角膜厚分布など多くの知見をもたらした。このことは今後の同様な疫学調査やまた近年強く求められている多施設による無作為比較試験の計画に大きな推進力になると考えられる。多治見スタディに触発されて計画、実施されている多くの調査の成功を祈念して獲麟とする。

本疫学調査および多治見市民眼科検診に多大なご協力をいただいたことに対して、多治見市〔西寺雅也市長(当時)、多治見市保健センター、多治見市健康福祉部、多治見市民病院、他〕、岐阜大学眼科およびその関連病院、日本失明予防協会ならびにご寄付いただいた各位、日本眼科医会、日本視能訓練士協会、日本眼科学会、多治見市医師会、岐阜県東濃地域保健所に深謝いたします。

文 献

- 1) Iwase A, Suzuki Y, Araie M, Yamamoto T, Abe H, Shirato S, et al : The prevalence of primary open-angle glaucoma in Japanese. The Tajimi Study. *Ophthalmology* 111 : 1641—1648, 2004.
- 2) Yamamoto T, Iwase A, Araie M, Suzuki Y, Abe H, Shirato S, et al : The Tajimi Study Report 2. Prevalence of primary angle closure and secondary glaucoma in a Japanese population. *Ophthalmology* 112 : 1661—1669, 2005.
- 3) Suzuki Y, Iwase A, Araie M, Yamamoto T, Abe H, Shirato S, et al : Risk factors for open-angle glaucoma in a Japanese population. The Tajimi Study. *Ophthalmology* 113 : 1613—1617, 2006.
- 4) Iwase A, Araie M, Tomidokoro A, Yamamoto T, Shimizu H, Kitazawa Y, Tajimi Study Group : Prevalence and causes of low vision and blindness in a Japanese adult population. The Tajimi Study. *Oph-*

- thalmology 113 : 1354—1362, 2006.
- 5) Iwase A, Tomidokoro A, Araie M, Shirato S, Shimizu H, Kitazawa Y, Tajimi Study Group : Performance of frequency-doubling technology perimetry in a population-based prevalence survey of glaucoma. The Tajimi Study. *Ophthalmology* 114 : 27—32, 2007.
- 6) Tomidokoro A, Araie M, Iwase A, Tajimi Study Group : Corneal thickness and relating factors in a population-based study in Japan : The Tajimi Study. *Am J Ophthalmol* 144 : 152—254, 2007.
- 7) Sawada A, Tomidokoro A, Araie M, Iwase A, Yamamoto T, Tajimi Study Group : Refractive errors in an elderly Japanese population. The Tajimi Study. *Ophthalmology* 115 : 363—370, 2008.
- 8) Yamamoto T, Iwase A, Kawase K, Sawada A, Ishida K : Optic disc hemorrhages detected in a large-scale eye disease screening project. *J Glaucoma* 13 : 356—360, 2004.
- 9) Yamamoto T, Sato M, Iwase A : Superior segmental optic hypoplasia found in Tajimi Eye Health Care Project participants. *Jpn J Ophthalmol* 48 : 578—583, 2004.
- 10) Kashiwagi K, Tokunaga T, Iwase A, Tsukahara S : Agreement between peripheral anterior chamber depth evaluation using the van Herick technique and angle width evaluation using the Shaffer system in Japanese. *Jpn J Ophthalmol* 49 : 134—136, 2005.
- 11) Kashiwagi K, Tokunaga T, Iwase A, Yamamoto T : Usefulness of peripheral anterior chamber depth assessment in glaucoma screening. *Eye* 19 : 990—994, 2005.
- 12) Suzuki S, Suzuki Y, Iwase A, Araie M : Corneal thickness in a ophthalmologically normal Japanese population. *Ophthalmology* 112 : 1327—1336, 2005.
- 13) Shiose Y, Kitazawa Y, Tsukahara S, Akamatsu T, Mizokami K, Futa R, et al : Epidemiology of glaucoma in Japan. A nationwide glaucoma survey. *Jpn J Ophthalmol* 35 : 133—155, 1991.
- 14) Foster PJ, Buhrmann R, Quigley HA, Johnson GJ : The definition and classification of glaucoma in prevalence surveys. *Br J Ophthalmol* 86 : 238—242, 2002.
- 15) 日本緑内障学会緑内障診療ガイドライン作成委員会 : 緑内障診療ガイドライン(第2版). 日眼会誌 110 : 777—814, 2006.
- 16) Van Herick W, Shaffer RN, Schwarz A : Estimation of width of angle of anterior chamber : incidence and significance of the narrow angle. *Am J Ophthalmol* 68 : 626—629, 1969.
- 17) Anderson DR, Patella VM : Automated Static Perimetry. Mosby Inc., St. Luis, 152—153, 1999.
- 18) Mason RP, Kosoko O, Wilson MR, Martone JF, Cowan CL, Gear JC, et al : National survey of the prevalence and risk factors of glaucoma in St. Lucia, West Indies. Part I. Prevalence findings. *Ophthalmology* 96 : 1363—1368, 1989.

- 19) **Ntim-Amponsah CT, Amoaku WMK, Ofosu-Amaah S, Ewusi RK, Idirisuriya-Khair R, Nyatepe-Coo**, et al : Prevalence of glaucoma in an African population. *Eye* 18 : 491—497, 2004.
- 20) **Leske MC, Connel AMS, Schachat AP, Hyman L, the Barbados Eye Study Group** : The Barbados Eye Study. Prevalence of open angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 112 : 821—829, 1994.
- 21) **Varma R, Ying-Lai M, Francis BA, Nguyen BB, Deneen J, Wilson MR**, et al : Prevalence of open-angle glaucoma and ocular hypertension in Latinos : the Los Angeles Latino Eye Study. *Ophthalmology* 111 : 1439—1448, 2004.
- 22) **Tielsch JM, Sommer A, Katz J, Royall RM, Quigley HA, Javitt J** : Racial variations in the prevalence of primary open-angle glaucoma. The Baltimore Eye Survey. *JAMA* 266 : 369—374, 1991.
- 23) **Jonasson F, Damji KF, Arnarsson A, Sverrisson T, Wang L, Sasaki H**, et al : Prevalence of open-angle glaucoma in Iceland : Reykjavik Eye Study. *Eye* 17 : 747—753, 2003.
- 24) **Casson RJ, Newland HS, Muecke J, McGovern S, Abraham L, Shein WK**, et al : Prevalence of glaucoma in rural Myanmar : the Meiktila Eye Study. *Br J Ophthalmol* 91 : 710—714, 2007.
- 25) **Rotchford AP, Johnson GJ** : Glaucoma in Zulus. A population-based cross-sectional survey in a rural district in South Africa. *Arch Ophthalmol* 120 : 471—478, 2002.
- 26) **Buhrmann RR, Quigley HA, Barron Y, West SK, Oliva MS, Mnbaga BBO** : Prevalence of glaucoma in a rural east African population. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 41 : 40—48, 2000.
- 27) **Cedrone C, Culasso F, Cesareo M, Zapelloni A, Cedrone P, Cerulli L** : Prevalence of glaucoma in Ponza, Italy : a comparison with other studies. *Ophthalmic Epidemiology* 4 : 59—72, 1997.
- 28) **Bourne RR, Sukodom P, Foster PJ, Tantisevi V, Jitapunkul S, Lee PS**, et al : Prevalence of glaucoma in Thailand : a population based survey in Rom Klao District, Bangkok. *Br J Ophthalmol* 87 : 1069—1074, 2003.
- 29) **Mingguang He, Foster PJ, Ge J** : Prevalence and clinical characteristics of glaucoma in adult Chinese : A population-based study in Liwan District, Guangzhou. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 47 : 2782—2788, 2006.
- 30) **Raychaudhuri A, Lahiri SK, Bandyopadhyay M, Foster PJ, Reeves BC, Johnson GJ** : A population based survey of the prevalence and types of glaucoma in rural West Bengal : the West Bengal Glaucoma Study. *Br J Ophthalmol* 89 : 1559—1564, 2005.
- 31) **Foster PJ, Oen FTS, Machin D, Ng T, Devereux JG, Johnson GJ** : The prevalence of glaucoma in Chinese residents of Singapore. A cross-sectional population survey of the Tanjong Pagar district. *Arch Ophthalmol* 118 : 1105—1111, 2000.
- 32) **Mitchell P, Smith W, Attebo K, Healey PR** : Prevalence of open-angle glaucoma in Australia. The Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology* 103 : 1661—1669, 1996.
- 33) **Bonomi L, Marchini G, Marraffa M, Bernardi P, De Franco I, Perfetti S**, et al : Prevalence of glaucoma and intraocular pressure distribution in a defined population. The Egna-Neumarkt Study. *Ophthalmology* 105 : 209—215, 1998.
- 34) **Dandona L, Dandona R, Srinivas M, Mandal P, John RK, McCarty CA**, et al : Open-angle glaucoma in an urban population in Southern India. The Andhra Pradesh Eye Disease Study. *Ophthalmology* 107 : 1702—1709, 2000.
- 35) **Dandona L, Dandona R, Mandal P, Srinivas M, John RK, McCarty CA**, et al : Angle-closure glaucoma in an urban population in southern India. The Andhra Pradesh Eye Disease Study. *Ophthalmology* 107 : 1710—1716, 2000.
- 36) **Ramakrishnan R, Nirmalan PK, Krishnadas R, Thulasiraj RD, Tielsch JM, Katz J**, et al : Glaucoma in a rural population of southern India. The Aravind Comprehensive Eye Survey. *Ophthalmology* 110 : 1484—1490, 2003.
- 37) **Antón A, Andrada MT, Mujica V, Calle MA, Portela J, Mayo A** : Prevalence of primary open-angle glaucoma in a Spanish population : the Segovia study. *J Glaucoma* 13 : 371—376, 2004.
- 38) **Foster PJ, Baasanhu J, Alsbirk PH, Munkhbayar D, Uranchimeg D, Johnson GJ** : Glaucoma in Mongolia. A population-based survey in Hovsgol Province, Northern Mongolia. *Arch Ophthalmol* 114 : 1235—1241, 1996.
- 39) **Klein BEK, Klein R, Sponsel WE, Franke T, Cantor LB, Martone J**, et al : Prevalence of glaucoma. The Beaver Dam Eye Study. *Ophthalmology* 99 : 1499—1504, 1992.
- 40) **Quigley HA, West SK, Rodriguez J, Munoz B, Klein R, Snyder R** : The prevalence of glaucoma in a population-based study of Hispanic subjects. Proyecto VER. *Arch Ophthalmol* 119 : 1919—1826, 2001.
- 41) **Rahman MM, Rahman N, Foster PJ, Haque Z, Zaman AU, Dineen B**, et al : The prevalence of glaucoma in Bangladesh : a population based survey in Dhaka division. *Br J Ophthalmol* 88 : 1493—1497, 2004.
- 42) **Wensor MD, McCarty CA, Stanislavsky YL, Livingston PM, Taylor HR** : The prevalence of glaucoma in the Melbourne Visual Impairment Project. *Ophthalmology* 105 : 733—739, 1998.
- 43) **Nizankowska MH, Kaczmarek R** : Prevalence of glaucoma in the Wroclaw population. The Wroclaw epidemiological study. *Ophthalmic Epidemiol* 12 : 363—371, 2005.
- 44) **Wolfs RC, Borger PH, Ramrattan RS, Klaver**

- CCW, Hulsman CAA, Hofman A, et al : Changing views on open-angle glaucoma : Definitions and prevalences. -The Rotterdam Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 41 : 3309—3321, 2000.
- 45) Leibowitz HM, Krueger DE, Maunders LR, Milton RC, Kini MM, Kahn HA, et al : Framingham Eye Study. IV. Glaucoma. *Surv Ophthalmol* 24(suppl) : 366—400, 1980.
- 46) Arkell SM, Lightman DA, Sommer A, Taylor HR, Korshin OM, Tielsch JM : The prevalence of glaucoma among Eskimos of northwest Alaska. *Arch Ophthalmol* 105 : 482—485, 1987.
- 47) Whitacre MM, Stein R : Sources of error with use of Goldmann-type tonometers. *Surv Ophthalmol* 38 : 1—30, 1993.
- 48) Johnson M, Kass MA, Moses RA, Grodzki WJ : Increased corneal thickness simulating elevated intraocular pressure. *Arch Ophthalmol* 96 : 664—665, 1978.
- 49) Ehlers N, Bramsen T, Sperling S : Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol* 53 : 34—43, 1975.
- 50) Hansen FK, Ehlers N : Elevated tonometer readings caused by a thick cornea. *Acta Ophthalmol* 49 : 775—778, 1971.
- 51) Argus WA : Ocular hypertension and central corneal thickness. *Ophthalmology* 102 : 1810—1812, 1995.
- 52) Herndon LM, Choudhri SA, Cox T, Damiji KF, Shields MB, Allingham RR : Central corneal thickness in normal, glaucomatous, and ocular hypertensive eyes. *Arch Ophthalmol* 115 : 1137—1141, 1997.
- 53) Wu LL, Suzuki Y, Ideta R, Araie M : Central corneal thickness of normal tension glaucoma patients in Japan. *Jpn J Ophthalmol* 44 : 643—647, 2000.
- 54) Ehlers N, Hansen FK : Central corneal thickness in low-tension glaucoma. *Acta Ophthalmol* 54 : 740—746, 1974.
- 55) Morad Y, Sharon E, Hefetz L, Nemet P : Corneal thickness and curvature in normal-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol* 125 : 164—168, 1998.
- 56) Copt RP, Thomas R, Mermoud A : Corneal thickness in ocular hypertension, primary open-angle glaucoma, and normal tension glaucoma. *Arch Ophthalmol* 117 : 14—16, 1999.
- 57) Módis L Jr., Langenbucher A, Seitz B : Scanning-slit and specular microscopic pachymetry in comparison with ultrasonic determination of corneal thickness. *Cornea* 20 : 711—714, 2001.
- 58) Suzuki S, Oshika T, Oki K, Sakabe I, Iwase A, Amano S, et al : Corneal thickness measurements using scanning-slit topography and noncontact specular microscopy versus ultrasonic pachymetry. *J Cataract Refract Surg*, 29 : 1313—1318, 2003.
- 59) Wu SY, Nemesure B, Leske C for the Barbados Eye Study Group : Refractive Errors in a black adult pupulation : The Barbados Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 40 : 2179—2184, 1999.
- 60) Mitchell P, Hourihan F, Sandbach J, Wang JJ : The relationship between glaucoma and myopia. The Blue Mountain Eye Study. *Ophthalmology* 106 : 2010—2015, 1999.
- 61) Wong TY, Klein BE, Klein R, Knudson M, Lee KE : Refractive errors, intraocular pressure, and glaucoma in a white population. *Ophthalmology* 110 : 211—217, 2003.
- 62) Grdøum K, Heijl A, Bengtsson B : Refractive error and glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand* 79 : 560—566, 2001.
- 63) Vijaya L, George R, Arvind H, Baskaran M, Paul PG, Ramesh SV, et al : Prevalence of angle-closure disease in a rural southern Indian population. *Arch Ophthalmol* 124 : 403—409, 2006.
- 64) Johnson CA, Samuels SJ : Screening for glaucomatous visual field loss with frequency-doubling perimetry. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 38 : 413—425, 1997.
- 65) Quigley HA : Identification of glaucoma-related visual field abnormality with the screening protocol of frequency doubling technology. *Am J Ophthalmol* 125 : 819—829, 1998.
- 66) 日本国勢図絵. 第 62 版. 矢野恒太記念会, 45—52, 2004.
- 67) Wong TY, Foster PJ, Hee J, Ng TP, Tielsh JM, Chew SJ, et al : Prevalence and risk factors for refractive errors in adult Chinese in Singapore. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 41 : 2486—2494, 2000.
- 68) Saw SM, Gazzard G, Koh D, Farook M, Widjaja D, Lee J, et al : Prevalence rates of refractive errors in Sumatra, Indonesia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 43 : 3174—3180, 2002.
- 69) Cheng CY, Hsu WM, Liu JH, Tsai SY, Chou P : Refractive errors in an elderly Chinese population in Taiwan : the Shihpai Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 44 : 4630—4638, 2003.
- 70) Wickremasinghe S, Foster PJ, Uranchimeg D, Lee PS, Devereux JG, Alsbirk PH, et al : Ocular biometry and refraction in Mongolian adults. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 45 : 776—783, 2004.
- 71) Xu L, Li J, Cui T, Hu A, Fan G, Zhang R, et al : Refractive error in urban and rural adult Chinese in Beijing. *Ophthalmology* 112 : 1676—1683, 2005.