



Dr.Salmon Newsletter

World News & Views

-Letters from Dr.Salmon, NSU-

Dear readers,

みなさん、こんにちは。今年は東京でも大雪が降ったそうですね。今のところ、オクラホマは比較的暖かく、春のような気候なのですが、本当に春が来る前の3月頃に寒くなるのではないかと考えています。

私が働く Oklahoma College of Optometry には多くの伝統行事があります。チリコンテストもその一つですが今年2月5日に開催されました。料理好きな学生たちと職員がチリ(ピリカラのミートソースのようなもの)を作り、だれのチリが最高かを競い合います。今年は12名が参加しました。午前中に参加者たちは大学に料理の入った鍋を持ってきました。運営スタッフは参加者が持ってきた鍋を長テーブルに並べて、それぞれに番号をつけ、誰が作ったものかが分からないようにしました。鍋は午前中温め続けられたので、部屋中にいい香りが充満していました。正午には、お腹をすかせた学生、職員、スタッフ、それに訪問者約100名が並びました。それぞれが4ドル払って、12個の小さなカップをもらいます。そのカップに参加者の鍋12個からそれぞれの料理を入れてもらい、最高の料理と思ったものに投票するのです。投票した後には大きな器をもらえて、おかわりを食べることもできます。優勝者は75%のお金を賞金としてもらえ、準優勝者は25%がもらえます。とても楽しく、美味しいイベントです。オクラホマの人は食べるのが大好きですから。



今月のニュースレターは12月に亡くなった吉川義三先生にささげます。吉川先生は日本における角膜、コンタクトレンズ研究の第一人者のひとりでした。世界の角膜、コンタクトレンズ研究に多大な貢献をされた偉大な先生の業績を簡単にではありますが、ニュースレターにまとめたいと思います。

Thomas O. Salmon, OD, PhD, FAAO
Professor, Northeastern State University

Enhance
Program

VIA AIR MAIL

Remembering Dr. Yoshizo Kikkawa

青年時代

1月、私はとても悲しい知らせを受けました。私の友人である吉川義三先生が昨年(2012年)の12月9日に99歳でお亡くなりになったとのことでした。吉川先生は日本における偉大な角膜とコンタクトレンズを専門とする眼科医の一人でした。吉川先生は1913年(大正2年)6月4日に広島県で生まれ、国立広島高等学校を卒業され、東京大学で生物学を学ばれました。第二次大戦中は陸軍に徴兵され、数年間中国で砲兵大尉として従事しました。戦後は大学に戻り、東京大学で医学の学位を取得され、昭和25年(1950年)に東京大学の眼科に入局されました。1950年代にはウサギの角膜の生体力学と光学特性について研究され、1955年から1960年の間に以下の5つの論文が日本生理学雑誌に掲載されました。



吉川義三先生(1913.6.4-2012.12.9)

Submicroscopic structure of rabbit cornea studied by polarization optics and thermoelasticity
Japanese Journal of Physiology. 5(3):167-82, 1955 Sep 15.

Elastic double system and selective permeability to cations in the stroma of the rabbit cornea
Japanese Journal of Physiology. 6(4):300-12, 1956 Dec 31.

Diffraction spectra produced by the rabbit cornea
Japanese Journal of Physiology. 8(2):138-47, 1958 Jun 15.

Light scattering studies of the rabbit cornea
Japanese Journal of Physiology. 10:292-302, 1960 Jun 29.

Active transport of Ca ions across the rabbit cornea
Ezuka K, Kikkawa Y, Kurosawa K, Okada N.
Japanese Journal of Physiology. 10:204-10, 1960 Apr 29.

アメリカでの角膜研究

1960年から1963年まで、吉川先生はメリーランド州ボルティモアのジョンズ・ホプキンス医科大学にあるウィルマー眼科研究所に所属していました。ウィルマー眼科研究所は、アメリカで最も大きく有名な眼科学の研究所です。Dr. Robert Welchはウィルマー眼科研究所の歴史が書かれた本¹⁾の中でこのように言っています。「吉川先生は1960年に日本の神戸から渡米し、私のグループで3年間働きました。日本では大阪大学の眼科学教室に所属していました。先生は基礎的な角膜生理学の研究で有名です。3年後大阪に戻り助教授になりました。その後再渡米し、1970年から客員教授として当研究所で教えています。」

吉川先生は初期の研究を、角膜上皮細胞を再生するホルモン制御、および角膜とコンタクトレンズの相互作用における問題点の考察にまで広げました。」

同時期、ボストンのシェーペン眼科研究所で若い角膜研究者の一人、三島濟一先生が働いていました。吉川先生と三島先生は親友になり、二人はDr. David Mauriceを含む世界的に有名な科学者と共に、角膜生体力学における重要で先進的な研究を行いました。吉川先生は1960年代にアメリカの科学雑誌、Experimental Eye Researchに3つの論文を発表しました。

The intracellular potentials of the corneal epithelium
Experimental Eye Research. 3:132-40, 1964 Jun.

Corneal potential studied on whole eye
Experimental Eye Research. 5(1):21-30, 1966 Jan.

Corneal potential studied on excised cornea
Experimental Eye Research. 5(1):31-6, 1966 Jan.



吉川先生とご夫人(1980年1月15日)



左から、眞鍋禮三先生、湖崎克先生、吉川先生、Dr. James Aquavella

コンタクトレンズの研究

その後、吉川先生の研究は基礎的な角膜生理学からコンタクトレンズに移行していきました。ソフトコンタクトレンズや初期のガス透過性ハードコンタクトレンズ出てきた頃です。1969年に、吉川先生は日本コンタクトレンズ学会誌に浜野先生と共同で論文を発表しました。

Corneal potential as influenced by the contact lens
浜野光. 吉川義三.
日本コンタクトレンズ学会誌. 11(11):145-9, 1969.

1970年から1980年代、ソフトコンタクトレンズ装用に伴う問題点と角膜生理学に関連した論文を日本とアメリカで発表し続けました。以下は、その期間に発表した英文の論文です。

Uneven swelling of the corneal stroma
Kikkawa Y. Hirayama K.
Investigative Ophthalmology. 9(10):735-41, 1970 Oct

Normal corneal staining with fluorescein
Experimental Eye Research. 14(1):13-20, 1972 Jul.

Diurnal variation in corneal thickness
Experimental Eye Research. 15(1):1-9, 1973 Jan 1.

Effects of light-dark cycle and a corticosteroid on the diurnal variation in corneal thickness
Experimental Eye Research. 18(2):157-61, 1974 Feb.

Increased saturated phospholipid in cultured cells grown with linoleic acid
Smith FB. Kikkawa Y. Diglio CA. Dalen RC.
In Vitro. 18(4):331-8, 1982 Apr.

吉川先生との出会い

私がはじめて吉川先生にお会いしたのは1988年で、川西阪急の眼科で一緒に仕事をしていました。私はそこでオプトメトリーの基礎、屈折、コンタクトレンズフィッティングなどについて教えていました。そのとき、吉川先生はすでに75歳になられていましたが、新しい研究のアイデアを持っておられ、基礎研究をどのように臨床的な問題に応用するのかなどについて考えておられました。当時、コンタクトレンズ患者の大半はハードコンタクトレンズを使用しており、吉川先生は角膜生理学や涙液動態に関する広い知識をコンタクトレンズフィッティングにも応用していました。吉川先生の研究アイデアの一つは、

ハードレンズと角膜の間の涙液交換を研究するために、フルオレセインパターンのビデオ画像を解析するというものでした。この研究から吉川先生はレンズ下の涙液交換と角膜への酸素供給を最適化するハードコンタクトレンズのフィッティング理論を開発したのです。私もこの研究に加わるように誘われ、吉川先生と私の研究は1990年のContact Lens Forumで発表されました²⁾。



写真中央に吉川先生(1985年12月)

この論文が私にとって最初の学術的な論文発表でした。この研究を通してコンタクトレンズフィッティングに関する多くの議論を吉川先生とすることができました。また、日本コンタクトレンズ学会誌に別の論文を二人で発表しました³⁾。これが私と日本コンタクトレンズ学会との関係の始まりでもあります。

私は吉川先生からコンタクトレンズ研究に興味をもつきっかけをいただきました。1990年、私はアメリカに戻り、オプトメトリの教授で目の研究者になるという目標に向けて進み始めました。吉川先生と研究を始めたときの路線を継続し、角膜トポグラフィについて研究し、その後、角膜の光学や高次収差の研究などに移行していきました。アメリカに戻ってから吉川先生とは手紙のやり取りを何度かしましたが、2007年の日本コンタクトレンズ学会(スリーサムイン東京)で再開するまで先生に会える機会はありませんでした。日本で再会したときの吉川先生は94歳になられていましたが、角膜やコンタクトレンズに関する研究への情熱をまだ持っていらっしやいました。しかし、それが私が先生にお会いした最後の機会でした。吉川先生は独創的な思考家であり、日本における最も偉大なコンタクトレンズ研究者の一人です。吉川先生は若い先生の指導者でもありました。このような偉大な人物を知ることができたのは光栄だと感じています。(吉川先生の思い出を提供して下さった魚里博先生と上沼氏に御礼申し上げます。)



私が最後にお会いしたときの吉川先生
2007年7月の日本コンタクトレンズ学会

吉川先生の涙液交換とハードコンタクトレンズフィッティング理論

1990年に吉川先生と私は2つの論文を書きました。涙液交換とハードコンタクトレンズフィッティングに関する論文です^{2,3)}。当時、涙液交換の原理はよく知られていませんでした。しかし、多くの眼科医は、瞬目でレンズが最初下方に動く時、外部の涙液がレンズ下に押し込まれると考えていました⁴⁾。しかし吉川先生は、瞬目でコンタクトレンズが角膜上方に引き上げられたときにレンズ下に生じる陰圧により涙液交換が起こるという考えを提唱しました。これは、図1に示したようなコンタクトレンズのベースカーブと角膜形状の関係に基づいたものです。角膜のカーブは中央部から周辺部にかけて徐々に扁平化していきます。コンタクトレンズが角膜中央部でアライメントフィットされていたら、角膜とコンタクトレンズの間の涙液は比較的少なくなります。そして、瞬目でコンタクトレンズが角膜上方まで引き上げられたとき、角膜とコンタクトレンズの間の空間は大きくなります。これにより上眼瞼縁の涙液たまりやコンタクトレンズ周辺部近くの涙液たまりから酸素を含んだ涙液を引き寄せる陰圧を発生させます(図2)。吉川先生は細隙灯顕微鏡のビデオ映像でハードコンタクトレンズ装用時のフルオレセインパターンを見ることで、ハードコンタクトレンズが角膜上方に移動したときに涙液量が増えていることを示しました。図3は先生の論文の写真に基づいて書き直したものです。ハードコンタクトレンズが角膜中央に戻ったときに、涙液量は減少し、余った涙液はレンズ下から排出されます(図2右)。

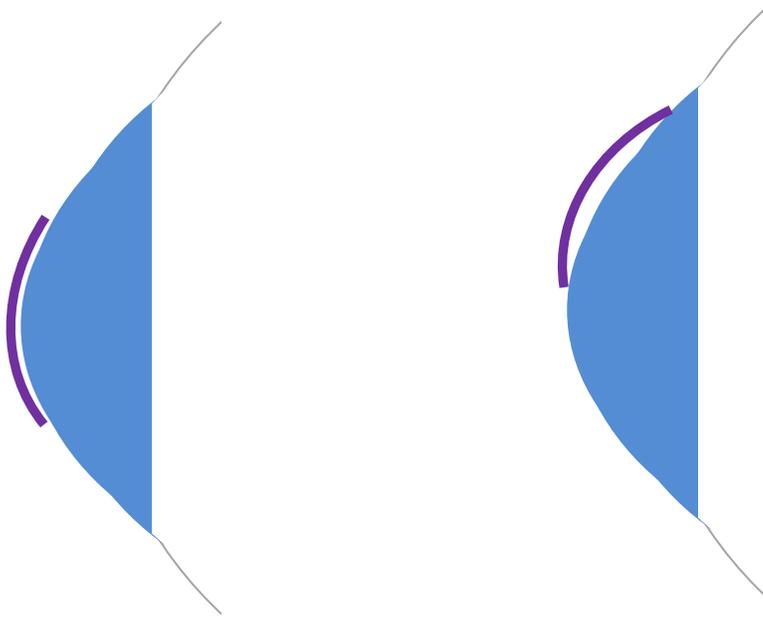


図 1. 角膜は中央部よりも周辺部がフラットになっているため、ハードコンタクトレンズと角膜の間の空間はハードコンタクトレンズが周辺部にあるときのほうが広がる。

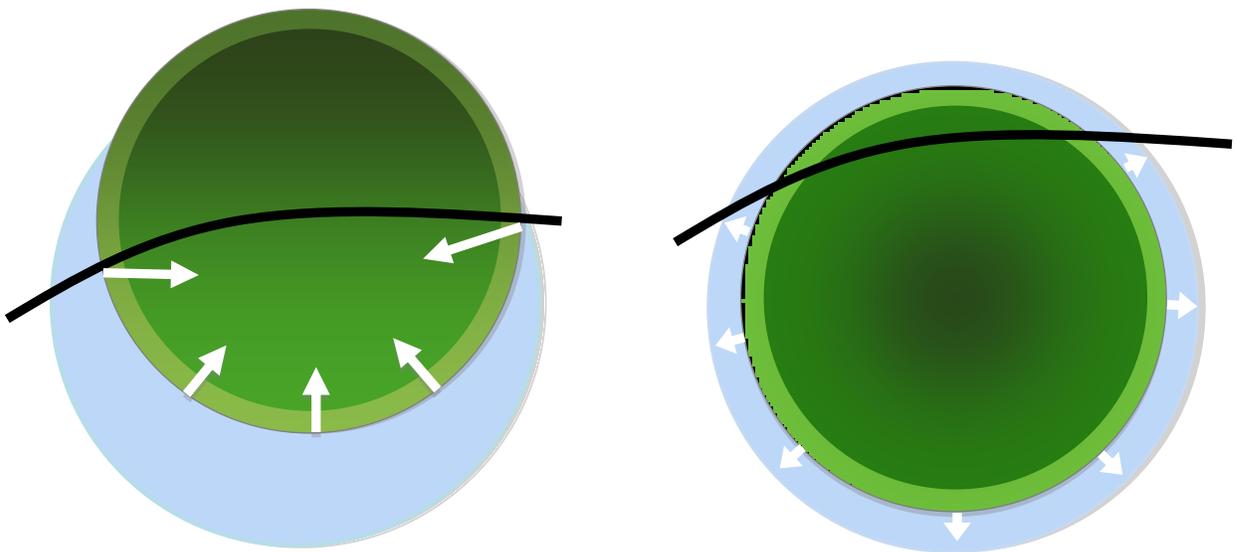


図 2. 左: コンタクトレンズが角膜上方に引き上げられたとき、レンズ下に陰圧が生じる。
右: レンズが角膜中央に戻ると、レンズ下の涙液は排出される。

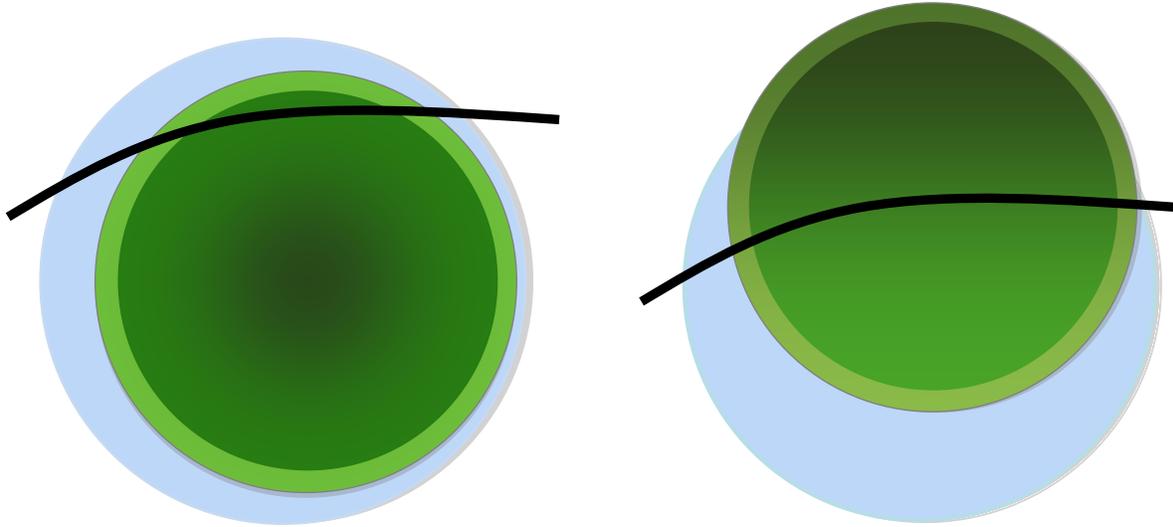


図 3. 左：コンタクトレンズが角膜中央部にあるときのフルオレセインパターン
 右：コンタクトレンズが角膜上方にずれているときのフルオレセインパターン

この理論は涙液交換の働きを説明しているだけでなく、最適な涙液交換を得るための最良のベースカーブを選択するのにも役立ちます。理論的には、角膜のカーブと同等か若干フラットなベースカーブのときに最良の涙液交換が得られます。これをアライメントフィットといい、乱視のある角膜にも当てはまります。コンピュータを使ったシミュレーションによると、乱視のある角膜では角膜弱主経線に合わせたベースカーブで最も効率良い涙液交換が得られることがわかりました³⁾。アライメントフィットよりスティープ、またはフラットにすると涙液交換の効率が低下してきます。下にケラトメトリのデータ例を示します。

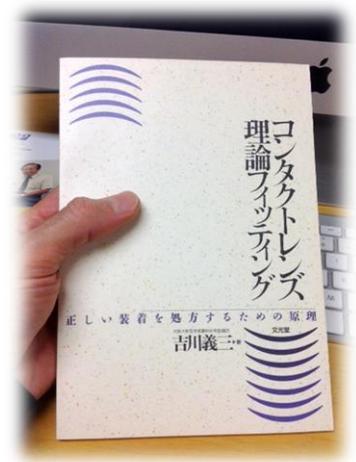
43.25 D (7.80 mm) @ 180

44.25 D (7.63 mm) @ 090

$\Delta K = 1.00 D$

この例の場合、7.80mmか若干フラットなベースカーブが角膜中央部でアライメントフィットが得られるベースカーブです。吉川先生は角膜中央部でのアライメントフィットを提唱していました。

1990年代初め、低いDk値のガス透過性ハードコンタクトレンズ素材が主流でしたので、慎重なフィッティングやレンズデザイン、涙液交換が重要でした。最近では酸素を多く通す高いDk値のガス透過性ハードコンタクトレンズ、またはシリコーンハイドロゲルが主流になってきており、最適な涙液交換がなくてもレンズを通して角膜は酸素を直接受けとることができます。しかし、最高のDkを持ったレンズであっても、最良の涙液交換は角膜の健康を維持するために重要なものです。栄養分の補給、代謝廃物の排出などが涙液交換によって行われます。吉川先生が1990年代に提唱した理論は現在でもハードコンタクトレンズフィッティングにとって重要だということです。吉川先生の涙液交換とフィッティングの理論の他にも多くの重要な原理を提唱していて、1993年に発行された「コンタクトレンズ理論フィッティング(文光堂)」という小冊子にまとめられています。ハードコンタクトレンズフィッティングを学びたいと考えている全ての人に、この本を読むことをおすすめします。



参考文献

1. Randolf ME, Welch RB. The Wilmer Ophthalmological Institute, The first fifty years 1925-1975. The Williams & Wilkins; 1976:151.
2. Kikkawa Y, Salmon T. Rigid Lens Tear Exchange and the Tear Mucous Layer. Contact Lens Forum 1990; December: 17-24.
3. Kikkawa Y, Salmon T. Apical Alignment Fit の利点. 日本コンタクトレンズ学会誌 1990;32:290-9.
4. Mandell RB. Theory of Tear Exchange. Contact Lens Practice, Hard and Flexible Lenses. Springfield Illinois: Charles C. Thomas; 1981:153-60.

今月のニュースレターでは、吉川義三先生の眼科学における業績のほんの一部分を紹介しました。この記事を通して、偉大な研究者であられた親愛なる吉川先生に少しでも敬意の念を表すことができました幸いです。

(翻訳: 小淵輝明)