

## 色素レーザーによる網膜光凝固，とくに網膜下出血に 対する効果について (図13)

三 上 雅 子・野 寄 喜美春 (埼玉医科大学眼科)

### Photocoagulation Effects of Dye Lasers on Chorioretinal Lesions with Subretinal Hemorrhage

Masako Mikami

*Department of Ophthalmology, Saitama Medical School*

#### 要 約

サル眼底後極部に Nd-YAG レーザーを照射して，網膜下出血を作製し，色素レーザーの590nm (橙) および630nm (赤) の2波長を選んで，光凝固を行なった。また黄斑部へも同様の波長で光凝固を行ない，レーザー光の波長による凝固効果を，検眼鏡及び組織学的に検討した。照射条件は網膜下出血部へは，凝固時間：0.5 sec，スポットサイズ：500 $\mu$ m，出力：200mW，250mW で行ない，黄斑部へは，凝固時間：0.1sec，スポットサイズ：100 $\mu$ m，出力：50mW とした。直後と1カ月後に，眼球を摘出し，組織学的に検討を行なった。その結果，網膜下出血部の厚さが0.2mm 以下の場合，590nm では，エネルギーが血液層に吸収され，網膜色素上皮以下には凝固効果がみられなかった。しかし630nm では，血液層を透過し，網膜色素上皮，脈絡膜へ凝固効果がおよぶことが認められた。また黄斑部では2波長ともほぼ同様の結果で，外網状層以下の網膜外層に凝固効果が見られた。(日眼 92：468-476, 1988)

キーワード：色素レーザー，選択凝固，Nd-YAG レーザー，網膜下出血

#### Abstract

We performed dye laser photocoagulation with 590nm and 630nm beams in with subretinal hemorrhage lesions and normal macula in monkey eyes. Photocoagulations were performed in shots of 0.5 sec irradiation time, 500 $\mu$ m in spot size and 200, 250mW in power on lesion subretinal hemorrhage, and lesion in 0.1 sec shots of 100  $\mu$ m and 50 mW on the normal macula. When the subretinal hemorrhage was measured at a depth of 0.2 mm thickness on the microscope slide, was photocoagulation effects by the 590nm beam were recognized in the retinal epithelium and choroid, due to the fact that most of the laser energy was absorbed by the hemoglobin. On the other hand, the 630 beam was transmitted through the subretinal hemorrhage, and produced coagulation effects at the level of the pigment epithelium and choroid. Lesions in the macula produced by those laser beams showed similar effects in the outer retinal layer. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 92: 468-476, 1988)

Key words: Dye laser, Selected photocoagulation, Pulsed Nd-YAG dye laser, Subretinal hemorrhage

別刷請求先：350-04 埼玉県入間郡毛呂山町毛呂本郷38 埼玉医科大学眼科学教室 三上 雅子  
(昭和62年10月5日受付)

Reprint requests to: Masako Mikami, M.D. Dept. of Ophthalmol., Saitama Medical School  
38 Morohongo, Moroyama-machi, Iruma-gui, Saitama 350-04, Japan

(Accepted October 5, 1987)

## I 緒 言

レーザーの眼科臨床への応用は、1963年のルビレーザーの開発以来大きく発展してきている。現在、網膜のレーザー光凝固には、Argon<sup>1)</sup>(Arと略)およびKrypton(Krと略)<sup>2)~4)</sup>レーザーが、一般的に使用されているが、レーザー光の波長特性とそれに対する組織の吸収率により、それぞれ凝固効果が異なっている。例えばArレーザー光はヘモグロビンに吸収されやすく、網膜の血管病変の凝固に適応であるが、一方にKrレーザーはヘモグロビン、キサントフィルに吸収されがたく、出血を伴なう疾患や、黄斑部疾患の治療に適している。すなわちレーザー光凝固は、レーザー光の単色性と組織の吸光特性との相関を利用した選択的凝固を理想としているが、この意味で近年実用化された色素レーザーは577nmの黄色から630nmの赤色まで連続的に発振可能であり、より理想に近い凝固装置といえることができる。既に色素レーザーの臨床応用は2, 3報告されているが<sup>5)6)</sup>、臨床応用に際しての基礎的特性についてはいまだ十分に検索されていない。我々は色素レーザーを安全かつ有効に臨床に応用するため、組織学的検索を含む基礎実験を行なった。

## II 実験装置、材料および方法

### 1. 実験装置

Coherent社製Argon/Dyeレーザーシステム920を用いた。本機は媒質としてrodamin 6G色素溶液を用い、Arレーザー(5W)で励起して、レーザー光を発振するものである。従ってArレーザーと色素レーザーの発振領域を含んでいる。すなわちArレーザーの488nm(青)、514nm(緑)と色素レーザーの577nm(黄)~630nm(赤)である。最高発振出力は波長によって異なるが、最も大きいのは590nmで0.9W、小さいのは630nmで0.4Wである。実際の装置ではコントロールパネルに任意の波長が発振できるように、デジタルのタッチパネルがあり、1nmの間隔で連続的に波長が可変できる。またメモリー機構により、日常、汎用する波長を4種記憶させることも可能である(図1)。その他、照射時間は0.02sec~連続、スポットサイズは50~2,000 $\mu$ mで従来の光凝固装置とほぼ同じ性能を有している。

### 2. 実験材料と方法

実験には家兎5羽10眼と成熟ニホンザル(MA cacus fuscatus)(体重5~8kg)5頭10眼を用いた。ま

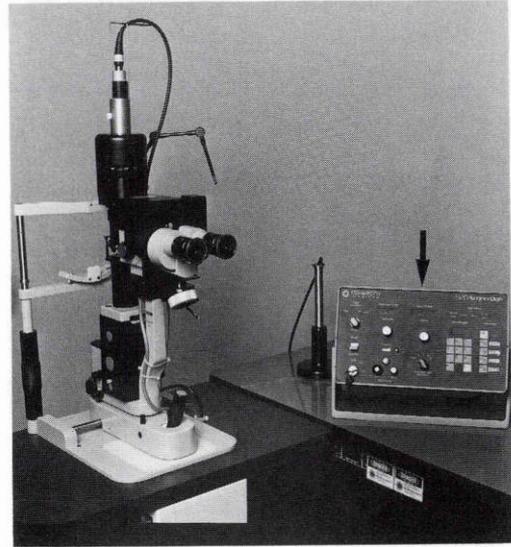


図1 Coherent社製Argon/Dyeレーザー光凝固装置。従来の装置と異なって、プッシュボタンにより1nmずつ波長を可変選択できる(→)。

ず基礎的なデータを得るために有色家兎にて実験を行ない、その上で猿眼を使用した。

#### 1) 基礎実験

実験に使用する代表的波長を選択する目的で、577, 590, 610, 630nmの4波長を用い、血液層に対する透過、吸収の基礎実験を行った。すなわち2枚のスライドガラス(0.1mm厚)の一端に0.2mmのスペーサーをはさみ、連続的に厚さの変化する血液層を作り、その下に写真撮影用フィルム(富士ネオパンF)を置き照射を行った。血液側から横に一列に、同一条件にて上記の4波長を照射し、その下のフィルムに対する影響を調べた(図2)。

#### 2) 網膜下出血及び黄斑部への凝固

網膜下出血の作製には、Chino<sup>11)</sup>、大木ら<sup>16)</sup>が発表したYAGレーザーを照射する方法を採用した。本法は周辺網膜への影響が少なく、また繰り返して安定した網膜下出血が得られる。まず成熟ニホンザルをケタラール®(塩酸ケタミン)筋注(約3cc)により導入麻酔を行い、ネプタール®(ペントバルビタールナトリウム)の静注を適時追加しながら麻酔を行った。ミドリンP®(トロピカミド塩酸フェニレフェリン)で十分に散瞳したのち、YAGレーザーを眼底に照射し網膜下出血を作成した。ついで網膜下出血部の周辺に色素レーザーによる凝固を加えた。凝固条件は、L'Esperan-

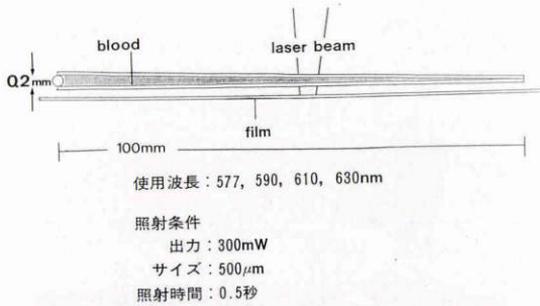


図2 基礎実験の方法: 2枚の透明ガラスで挟まれた厚さの変化する血液層の下に, 感光フィルムを置き, 横に列にレーザー照射を行ない, レーザーの波長と血液の厚さによる透過性を調べた。照射条件は一定。

ce分類のGrade 2~3度の凝固斑が得られるように, 凝固時間; 0.5sec, スポットサイズ; 500 $\mu$ m, 出力; 200mW, 250mWにて行った。

また出血のない黄斑部への凝固は, 中心窩近傍にGrade 2程度の凝固斑が得られるように凝固時間; 0.1sec, スポットサイズ; 100 $\mu$ m, 出力; 50mWと設定した。

それぞれ凝固直後, 1週間, 2週間, 4週間後に眼底を観察し, 眼底カメラで記録した。また組織学的検索は, 直後と4週間後に眼球を摘出して行った。

光学顕微鏡(以下光顕と略)用試料作製は, 1%グルタルアルデヒド, 4%ホルムアルデヒドの混合固定液に24時間浸し固定を行い, エタノール系で脱水してパラフィンで包埋し, 5 $\mu$ mの連続切片を作成したのち, HE染色を施した。

電子顕微鏡(以下電顕と略)用試料作製は光顕同様の固定後, 2.5%オスミウム酸リン酸緩衝液で後固定1時間を行ったのち, エタノール系列で脱水し, エポキシ樹脂で包埋した。標本はReichert Ultracut OmU4で切片を作製し, トルイジブルーで染色し, 光顕観察用として凝固斑を確認した。その後, 超薄切片を作製し, ウラニウムと酢酸鉛の二重染色を施し, JEM-100S型電顕にて観察記録した。

### III 実験結果

#### 1. 基礎実験

0.2mm以下の薄層の血液に577, 590, 610, 630nmの4つの異なった波長を用い, 出力300mW, 凝固時間0.5sec, スポットサイズ500 $\mu$ mの凝固条件で照射を行った結果, 577, 590の波長では血液およびその直下

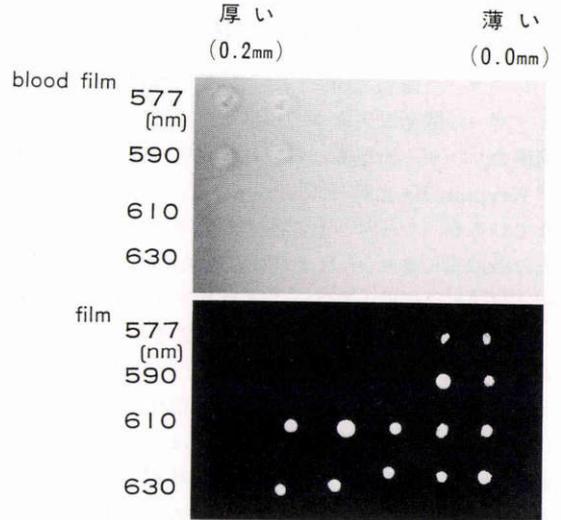


図3 実験の結果: 上方が血液で, 下がそれに対応するフィルム。577(黄), 590nm(橙)では, エネルギーの多くが血液(ヘモグロビン)に吸収され, 上の血液層では厚い左側に凝固斑が見られ, 下のフィルムには, 血液層の薄い部分のみ凝固斑が認められる。しかし610, 630nmでは大部分が血液層を透過するので, 血液には凝固斑が見られず, フィルムに凝固斑が認められる。

のフィルムに熱変化を認めた。一方, 610, 630nmの波長の長い群では血液には変化がみられなかったが, 直下のフィルムには熱変化を観察した(図3)。この事実より, 血液に吸光される590nmと血液に吸光されない630nmを代表波長として実験を行なった。

#### 2. 網膜下出血部への凝固実験

##### 1) 検眼鏡的所見

590, 630nmの2波長で, サイズを500 $\mu$ mと固定し, それぞれ出力200mW, 250mWで凝固を行なった。凝固斑は出力に応じて, 大きさおよび凝固の強さが異なったが, 同一条件では590nmの波長による凝固斑の方が, 630nmによるものよりやや白色調が強かった(図4)。

##### 2) 組織学的所見

###### (1) 凝固直後

590nm: 網膜下出血層に局限した熱凝固による変化があり, 変性した赤血球の凝集がみられた。その部位に接した視細胞層は変性し破壊されていた。外顆粒層では核の濃縮と空胞化が著明で, 外網状層では網状構造が失われ, エオジンに均一に染まっていた。しかし内顆粒層など網膜内層に凝固による変化がみられな

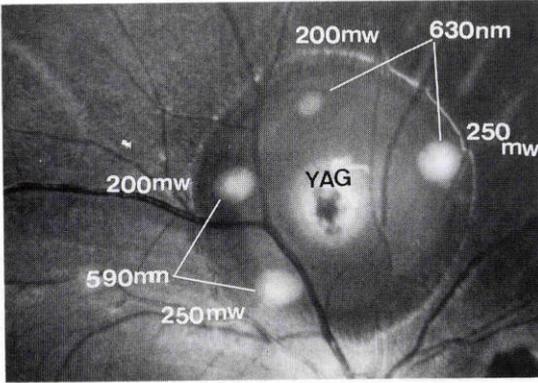


図4 網膜下出血部に光凝固を行った直後の眼底(サル眼)。590nmの凝固斑の方がやや混濁が強く認められる。中央はNd-YAGによる凝固斑。

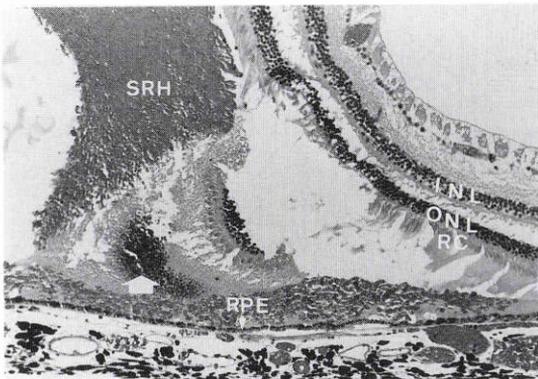


図5 590nmの凝固直後の光顕写真(H.E染色, ×400倍) 外網状層まで、凝固効果が認められ赤血球は熱凝固されている(→)。脈絡膜毛細血管板は開存している。SRH; subretinal hemorrhage, RPE: retinal pigment epithelium, RC: rod and cone layer, ONL: outer nuclear layer, INL: inner nuclear layer.

かった。一方、網膜下の熱による赤血球凝集部に接する網膜色素上皮は光顕上変化が無く、また脈絡膜毛細血管板に著変はみられなかった(図5)。電顕による観察でも網膜色素上皮が正常構造を保っており、またブルッフ膜にも変化がみられなかった(図6)。

630nm: この波長による凝固では、感覚上皮の変化は590nmでみられた組織変化と類似しており、視細胞、外顆粒層、外網状層の網膜外層に凝固壊死がみられた。しかし網膜下の血液層には、凝固部でも著変はみられず、一方、網膜色素上皮の基底部の空胞化がみられ、凝固縁では網膜色素上皮剥離が観察された。ま

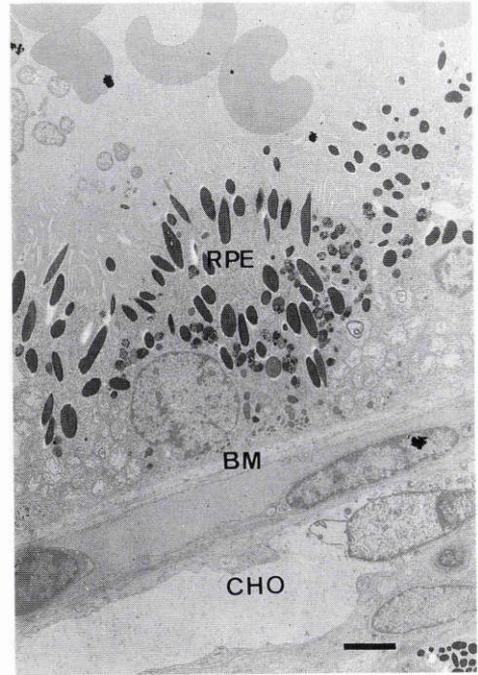


図6 590nmで凝固直後の電顕写真。(ウラニウム酢酸鉛染色, ×4,500倍) 色素上皮, ブルッフ膜, 脈絡膜に大きな変化は認められない。BM: Bruch's membrane, CHO: choroid, -: 9μm

た脈絡膜毛細血管板および一部の脈絡膜大血管に血栓形成による閉塞が認められた(図7)。電顕による観察では、網膜色素上皮細胞の核の空胞化、壊死が認められ、ブルッフ膜の三層構造もはっきりしない。また脈絡膜毛細血管板は閉塞していた(図8)。

(2) 4週間後

590nm: 網膜下出血は既に吸収されており、視細胞層、外顆粒層、外網状層は消失していたが、内顆粒層から網膜内層まで正常構造を保っていた。ブルッフ膜は連続性を維持し、網膜色素上皮は比較的正常構造であった。また脈絡膜毛細血管板の閉塞所見は認められず、従って脈絡膜への凝固の影響はみられなかった(図9)。

630nm: 590nm同様、内顆粒層より内層は正常構造を保っていたが、視細胞層、外顆粒層は消失しており、また凝固中心部では網膜色素上皮は消失していた。その内層には色素顆粒に富んだ紡錘型細胞の増殖がみられたが、ブルッフ膜は連続性を保っていた。さらにその内層には色素に富んだ大きなマクロファージが遊走していた。脈絡膜毛細血管板は完全に閉塞しており、

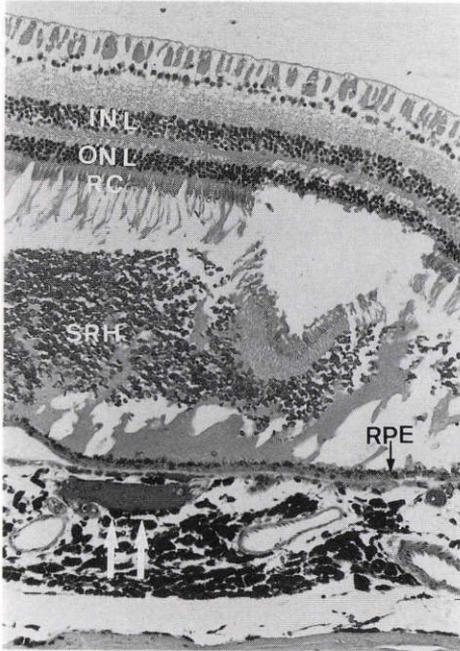


図7 630nmで凝固直後の光顕写真。(H.E染色, ×400倍)外網状層の空胞化が認められるが、それより内層の変化はない。また脈絡膜毛細血管板は閉塞しており、脈絡膜大血管にも一部血栓が見られる(→)。

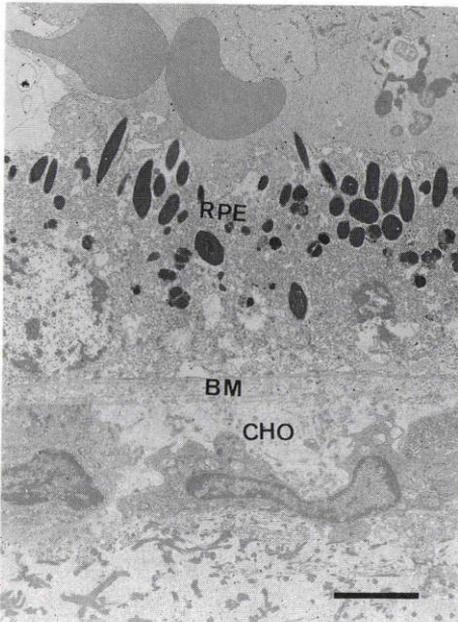


図8 630nmで凝固直後の電顕写真。(ウラニウム酢酸鉛染色, ×4,800倍)色素上皮細胞は連続性が断たれ、ブルッフ膜の断裂はないが三層構造ははっきりしない。-:5μm

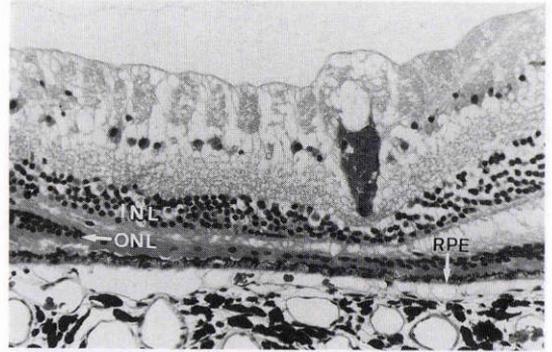


図9 590nmで凝固後4週間の光顕写真。(H.E染色, ×400倍)凝固直後同様、色素上皮、ブルッフ膜、脈絡膜に大きな変化は認められない。

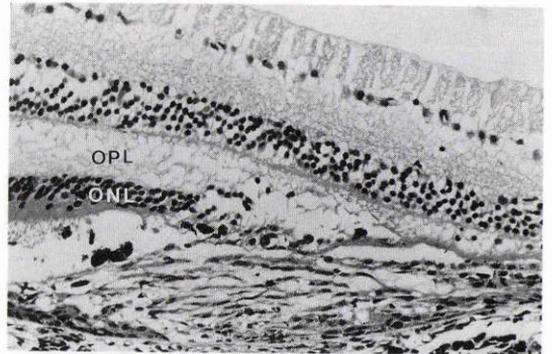


図10 630nmで凝固後4週間の光顕写真。(H.E染色, ×400倍)色素上皮は消失し紡錘型細胞の増殖がみられた。脈絡膜毛細血管、大血管は閉塞していた。

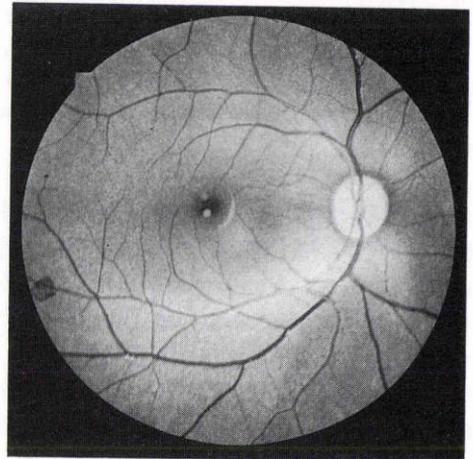


図11 正常黄斑部(サル眼)の凝固直後の眼底写真。上が590nm, 下が630nmの凝固斑で波長による違いは著明に見られない。凝固時間:0.1sec, スポットサイズ:100μm, 出力:50mW

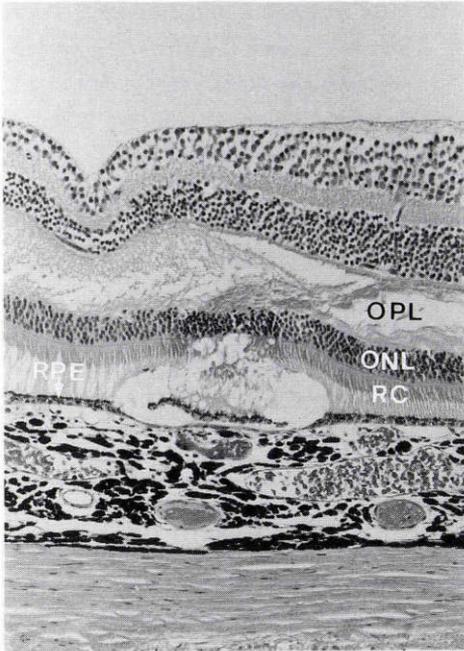


図12-a

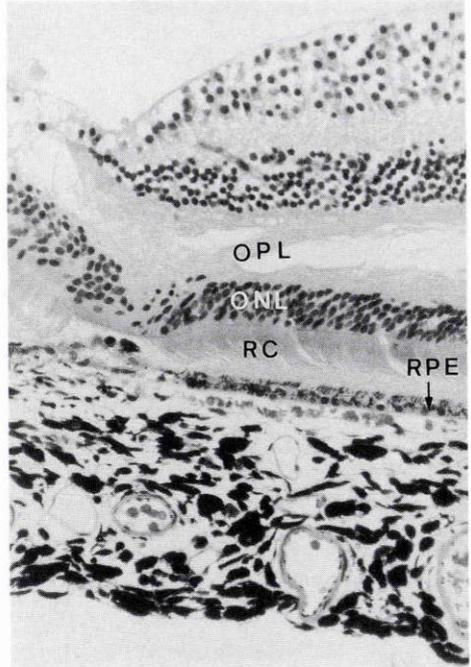


図13-a

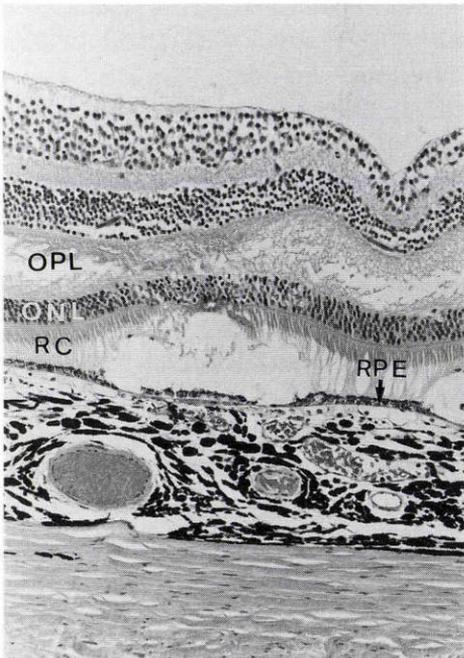


図12-b

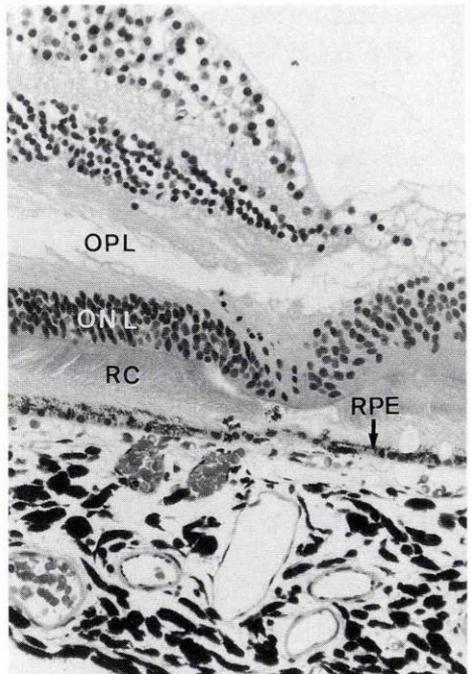


図13-b

図12 凝固直後の黄斑部の光顕写真。(H.E染色, ×400倍) a-590nm, b-630nm, 両者とも外網状層の一部まで凝固が及んでおり, 色素上皮は断裂し, 脈絡膜毛細血管も凝固中心部では閉塞していた。OPL: outer plexiform layer.

図13 凝固後4週間の黄斑部の光顕写真。(H.E染色, ×400倍) a-590nm, b-630nm, 両者とも色素上皮は凝固中心部では消失し脈絡膜毛細血管も閉塞していた。脈絡膜大血管に変化は認められない。

脈絡膜大血管も閉塞していた(図10)。

### 3. 黄斑部への凝固実験

#### 1) 検眼鏡的所見

590, 630nmともほぼ同じ強さの淡い灰白色の凝固斑がみられ、波長による大きな差は観察されなかった(図11)。4週間後の所見は両者において類似しており、凝固斑に一致した色素沈着を認めた。

#### 2) 組織学的所見

##### (1) 凝固直後

590nm: 光凝固に一致した部位では熱凝固壊死に陥り、網膜色素上皮は一部消失していた。また視細胞層に凝固中心部で強い壊死性変化が観察された。外顆粒層には核の濃縮、配列の乱れがあり、外網状層にも変性が認められた。さらに凝固中心部では脈絡膜毛細血管板は閉塞していた(図12-a)。

630nm: 590nm でみられた組織所見とほぼ同様で、両者に差異はみられなかった(図12-b)。

##### (2) 4週後

590, 630nmとほぼ同様の組織変化であった。網膜色素上皮は一部消失しマクロファージの遊走が認められ、視細胞層は消失し、外顆粒層は非薄化していた。脈絡膜毛細血管板は一部閉塞していたが、脈絡膜の大血管には変化がみられなかった(図13-a, b)。

## IV 考 察

レーザー光の特性の中でも最も特徴のある単色性は、これを応用した多くの研究がある<sup>1)</sup>。例えば眼底疾患に対する光凝固は、現在 Ar および Kr レーザーが汎用されているが、これは主として波長により異なる網膜凝固効果を利用したものである<sup>8)~11)16)</sup>。とくに Kr レーザー(赤色)は Ar レーザーに比べ長波長であるために、色素上皮層、脈絡膜など深部到達性が高く、さらにヘモグロビンに吸収され難いため、出血を伴う眼底疾患に対し、有効かつ合併症の少ない凝固治療が可能とされている<sup>12)13)</sup>。また Kr レーザー(赤色)および Ar レーザーの緑色は、キサントフィルに対する吸収率が低いため、視力に大きく影響する黄斑部疾患の凝固に適している<sup>2)~4)</sup>。このように波長の異なるレーザーを適時選択することにより、精密な光凝固治療が可能となりつつある。しかしさらに精密に単色性を利用した光凝固を行うには、各種の異なった主波長を有するレーザーを選択使用する必要がある。

この意味で色素レーザーは、577nm~630nmの間を1nmずつ連続的に波長の変更ができ、種々の眼底の病

変に対応した波長を選択して凝固が可能となすぐれた装置といえる。しかし発振する波長の範囲はキサントフィルに対する吸収率はほぼ一定で、ヘモグロビンとくに酸化ヘモグロビンに対しては、その吸収率が著しく変化している。したがって黄斑部疾患への適応性はよいが、併発する網膜下出血のある場合には、わずかな波長の差が凝固効果に大きな影響を与えることが考えられる。そのため動物実験に先立ち、血液層に対し色素レーザーの代表的波長である577, 590, 610, 630nmの4波長を用い、基礎実験を行った。結果は前述したごとく、590nmと630nmでは血液層を透過しての凝固効果に大きな差が生じた。これは主として血液中のヘモグロビンの吸収率によるものと思われたので、以上の結果を考慮した上で動物実験を行なった。

網膜下出血のモデル眼の作製には、越生、井上<sup>14)15)</sup>の報告した手術的方法と、我々の報告した YAG レーザーを利用する非手術的方法があるが、後者は非観血的で、しかも安定したモデル眼を作製することができる<sup>16)</sup>。網膜下出血は光頭標本上、最も厚いところで0.4mmあったが、実際に凝固に使用した場合は YAG レーザー照射の影響を避け、しかも網脈絡膜への凝固効果を正確に得るために、周辺の血液層の比較的薄い部分(約0.2mm)で行った。

その結果を組織学的に検討すると、血液層が存在した場合の網膜への影響は、590nm, 630nmとも外網状層まで凝固効果が認められ、大差はみられなかった。しかし、脈絡膜への影響は、590nmでは血液層に凝固による赤血球の凝集はあったが、脈絡膜毛細血管板は開存していた一方630nmでは血液層の変化は認められず、脈絡膜毛細血管板は閉塞し、さらに大血管の一部に血栓形成が認められた。すなわち血液層が0.2mm程度の場合、590nmでは凝固エネルギーは血液層に吸収されて脈絡膜へ到達せず、630nmでは一部が血液層を透過し、脈絡膜へ凝固効果が及ぶことが推測された。

このような網膜下出血部での凝固効果の差は、主としてレーザー光に対するヘモグロビンの吸収率の差によるものと思われる。また酸化ヘモグロビンか、還元ヘモグロビンの混合比により吸収率が変わり、さらに血液層の厚さによっても、網脈絡膜への凝固効果が影響されることが予想される。Geeraetsら<sup>17)</sup>は590nmでは、酸化ヘモグロビン、還元ヘモグロビンともに62~64%の吸収率であるが、630nmでは酸化ヘモグロビンでは33%、還元ヘモグロビンでは8%と報告している。また Delori<sup>18)</sup>は厚さ0.1mmの血液が存在した

場合、Kr レーザーの赤色光(647nm)は動脈血か静脈血かにより吸収率が3~19%と変化し、Kr レーザーの黄色光(568nm)では動静脈血とも吸収率は93%と報告されている。さらに Folk ら<sup>19)</sup>は Kr レーザーの赤色光では、1層の赤血球では透過率は43~53%であるが、4層になると2.2%~4.8%に低下すると報告している。すなわち酸化ヘモグロビンが多い出血や血液層が厚い場合には、かなりのレーザーエネルギーが吸収されることが考えられる。

今回の実験では前述のごとく、網膜下出血周辺部の血液層の厚さが約0.2mm以下の部分に凝固を行なったが、酸化ヘモグロビン、還元ヘモグロビンの混合比は不明である。従って詳細な検討は困難であるが、予備実験と組織所見とによって590, 630nm両者の間では、血液層を介しての網脈絡膜の凝固効果に、明らかに違いがあることが判明した。さらに正常黄斑部への凝固では、590, 630nmともに外網状層の一部に変化が認められたが、主に網膜外層に凝固効果が認められた。これは590, 630nmでは黄斑部の外網状層に存在するキサントフィルに吸収され難いためと考えられる。この事実は中心視力に大きな影響をもつ黄斑部疾患への凝固治療が、比較的安全に行ないうる可能性を示唆している。

L'Esperance<sup>5)</sup>は既に色素レーザーを臨床応用しており、2~3の報告をおこなっている。赤色光の630nmはほぼ Kr レーザーと同様の凝固効果が得られ、網膜色素上皮、脈絡膜への吸収率が良く、ヘモグロビンには吸収され難いことより、網脈絡膜の癒着効果が要求される裂孔、周辺部変性や出血を伴う網膜下新生血管の凝固治療に適しているとしている。また黄色光(代表的波長577nm)はヘモグロビンの吸収率が良く、網膜血管性腫瘍や乳頭上新生血管の直接凝固に効果的であると報告している。一方その中間の波長である橙色光(590nm)ではヘモグロビンの吸収率は約64%と高く、網膜色素上皮の吸収率も高く新生血管黄斑症や脈絡膜血管腫に適していると報告している<sup>5b)</sup>。眼底疾患では出血を伴うことが多いが、今回の実験では630nmの波長では血液層を透過し網膜色素上皮、脈絡膜まで凝固効果が及ぶことが認められ、Kr レーザーと同様に出血性網膜疾患へ凝固治療が期待される。色素レーザーはその病態に応じ、選択凝固が可能であり、種々の疾患に対して今後幅広い応用が期待される。

#### 文 献

1) 野寄喜美春, 清水弘一, 糸井素一: レーザー眼科

学. 東京, 医学書院, 1983.

- 2) Bird AC, Gray HB: Photocoagulation of disciform macular lesions with krypton laser. Brit J Ophthalmol 63: 669—673, 1979.
- 3) Yannuzzi LA: Krypton red laser photocoagulation for subretinal neovascularization. Retina 2: 1—14, 1982.
- 4) Yassur Y, Axer-Siegel R, Cohen S, et al: Treatment of neovascular senile maculopathy at the foveal capillary free zone with red krypton laser. Retina 2: 127—133, 1982.
- 5) L'Esperance FA: Clinical photocoagulation with the organic dye laser. Arch Ophthalmol 103: 1312—1316, 1985.
- 6) L'Esperance FA: Clinical applications of the organic dye laser. Ophthalmology 92: 1592—1600, 1985.
- 7) Jose MB, Hovard CC, Carol ML: A clinicopathologic study of dye laser photocoagulation on primate retina. Retina 7: 46—57, 1987.
- 8) L'Esperance FA: The ocular histopathologic effect of krypton and argon laser radiation. Am J Ophthalmol 68: 263—273, 1969.
- 9) Marshall J, Bird A: A comparative histopathological study of argon and krypton laser irradiation of the human retina. Br J Ophthalmol 63: 657—668, 1979.
- 10) Coscas G, Soubranne G: The effects of red krypton and green argon laser on the foveal region. A clinical and experimental study. Ophthalmology 90: 1013—1022, 1983.
- 11) Chino K, Ohki R, Noyori K: Krypton and argon laser photocoagulation effects in subretinal hemorrhage. Jpn J Ophthalmol 30: 282—287, 1986.
- 12) 岡野 正, 米谷 新, 村岡兼光他: 糖尿病性網膜症に対するクリプトンとアルゴンレーザー光凝固の比較. 臨眼 39: 439—443, 1985.
- 13) 岸 茂, 玉井嗣彦, 上野脩幸他: 網膜静脈閉塞症に対するクリプトンレーザー光凝固症例の検討(統報). 眼紀 38: 1005—1012, 1987.
- 14) 越生 晶: 網膜下出血の吸吸過程に関する実験的研究. 第1報. 出血後, 早期における赤血球の貧食と消化過程について. 日眼 82: 428—441, 1978.
- 15) 井上一紀, 白木邦彦, 三木徳彦: 網膜下出血に対するレーザー光凝固後の組織学的検討. 眼紀 36: 1379—1383, 1985.
- 16) 大木隆太郎, 野寄喜美春: クリプトンおよびアルゴンレーザー光凝固の網脈絡膜に対する効果. 日眼 91: 213—219, 1987.
- 17) Geeraets WJ: The relative absorption of

thermal energy in retina and choroid. Invest Ophthalmol 1: 340—345, 1962.

- 18) **Delori FC, Pomerantzeff O**: Monochromatic Examination and Treatment in Freeman HM, Hirose T, Schepens CL, (ed): Vitreous surgery and advanced fundus diagnosis and treatment.

New York, Appleton-Century-Croft, 1977.

- 19) **Folk JC, Shortt SG, Kleiber PD**: Experiments on the absorption of argon and krypton laser by blood. Ophthalmology 92: 100—108, 1985.
-