

最新美容皮膚科学大系

2

しみの治療

総編集 **宮地良樹** 京都大学名誉教授／静岡社会健康医学大学院大学学長

宮田成章 みやた形成外科・皮ふクリニック院長

専門編集 **河野太郎** 東海大学医学部外科学系形成外科学教授

Comprehensive Handbook of Aesthetic Dermatology

中山書店

このたび、美容皮膚科学の泰斗である宮田成章博士と共同で「最新美容皮膚科学大系」を刊行する運びとなりました。その最大の動機は美容皮膚科学の理論と治療機器が長足の進歩を遂げるとともに、「メスを使わない美容皮膚科診療」が主流となるトレンドのなかで、いまこそ美容皮膚科診療を「サイエンス」として真摯にとらえ、流行やテクニックだけに流されない美容皮膚科診療の裏付けとなるような普遍的な知識やスキルを体系的に網羅した完璧な教科書が必要だと痛感したからです。

エビデンスが重視されるいまの医学の時流のなかで、ともすると美容皮膚科診療は治療法が見えてしまい、患者満足度が優先されるとともに多彩な外的環境要因が介在することから創薬などの臨床研究に比較して客観的評価の手法が定着しにくい側面があることは否めません。その間隙を突く形で、質の高くない技術や機器メーカーのマニュアルのみに依存した短絡的診療が横行し、自由診療であるがゆえに高額な治療費とともに美容皮膚科診療に携わる一部の臨床医の学術リテラシーのレベルが低いことなども問題点として指摘されています。

本来、美容皮膚科学は皮膚科学や形成外科学の専門医が主導すべき審美医療であり、その素養や知識のない他科医が容易に参入できる現在の状況はいわば無政府状態と言わざるをえません。たとえばしみ一つを捉えても、診断がつけられない非専門医ほど各種治療を次々に試みることで出来高払いの恩恵を受けて収益が上がる構造になっています。肝斑ではなく後天性真皮メラノシスと正確な臨床診断ができる専門医はQスイッチレーザーでたちどころに治療を完結できますが、逆に診療報酬はその施術分のみに限られます。施術後の炎症後色素沈着も、接触皮膚炎などの皮膚科疾患との峻別が極めて肝要ですし、顔面解剖学を熟知せずにフィラー注入を行えば思うような効果が得られないばかりか重篤な副作用も惹起しかねません。このように美容皮膚科診療は皮膚科学や形成外科学の高度な知識とスキルのうえにはじめて成立する専門診療なのです。日本皮膚科学会美容皮膚科・レーザー指導専門医制度が皮膚科専門医の二階建てに設定されたのもこのためです。

このような美容皮膚科診療をめぐる現況を踏まえ、かつて編集者として参画した「最新皮膚科学大系」の出版元である中山書店にその趣旨を十分ご理解いただいたうえでシリーズ発刊を依頼しました。共同編集をお願いした宮田博士は拝金主義に染まらずにニュートラルで穏当な美容皮膚科の「こころ」を大切にされる、私が最も信頼を置く美容皮膚科医の一人です。幾度となく編集会議を重ねるなかで宮田博士が今回の美容皮膚科学大系編纂の最適任者であることを改めて確信しました。2年間ほどで全5巻を完結する予定です。

が、日進月歩の美容皮膚科学の進歩をタイムリーに提供するアップデート版の刊行も視野に入れていきます。

本シリーズが最良の美容皮膚科診療の社会実装とその健全な発展にいささかでも寄与できれば編集者としてこれに勝る喜びはありません。それが日本の医療における美容皮膚科学のさらなる存在感とアイデンティティの醸成に最善の道だと信じるからです。

2023年新緑

総編集を代表して 宮地良樹

京都大学名誉教授 / 静岡社会健康医学大学院大学学長

本巻は『最新美容皮膚科学大系』全5巻のうち総論の第1巻と同時に発刊されるしみ・ほくろ・刺青を題目とした最初の各論となります。

1990年初めごろまでは、しみといえばメラニン、メラニンといえばルビーレーザーで、ノーマルモードルビーレーザーが治療の中心でした。しかし、ノーマルモードでは真皮メラノサイトーシスの治療はできなかったことから、1990年代半ば頃からQスイッチルビーレーザーがその主役の座につきました。その後、最小限のダウンタイムで、合併症の少ない低出力のQスイッチYAGレーザー治療や光治療、ロングパルスのレーザーフェイシャル等が開発され、さまざまなニーズにこたえられるようになってきました。2004年にフラクショナルレーザー治療、2012年にはピコ秒レーザーといった新しい治療機器が次々と開発され、しみ・くすみのレーザー治療のバリエーションは大いに広がり、近年では、どの治療を選ぶか、医療側も患者側も選択肢が多くて悩むほどとなってきました。

刺青治療においては、Qスイッチレーザーは治療回数がかかるわりに患者満足度が低く、また手術療法は瘢痕や拘縮が大きな問題でした。2012年に刺青のピコ秒レーザー治療が報告されて以降は、著しく治療効果が高まり、現実的な治療の選択肢の一つとなってきました。

美容皮膚科領域での色素性疾患治療は、もっとも大きな柱です。本書は、しみとほくろ、刺青の病態を理解し、治療方針を決定すべく正しい診断を行ううえで必要な各種診断機器の基礎知識について解説し、実際の治療で用いられる内科的・外科的治療を幅広く網羅しています。また、現在、頻用されている治療機器のみならず、データがまだそろっていない最新の治療機器も含めて、各分野の第一線で活躍されているエキスパートの先生方に執筆をお願いしております。現在の混沌とした、しみとほくろ、刺青治療の大海を進むうえの羅針盤となる一冊となれば幸いです。

2023年5月

河野太郎

東海大学医学部外科学系形成外科学教授

I. しみ

1章	しみの病態を理解する	
	しみの病態を理解するための基礎知識	大磯直毅, 川田 暁 2
2章	しみを診断する	
	しみの種類と鑑別点概論	葛西健一郎 14
	ダーモスコピー	佐藤俊次 28
3章	しみを治療する	
	機器を用いた治療総論	河野太郎 53
	美白剤による治療総論	長濱通子 67
	ケミカルピーリングによる治療総論	上中智香子 76
	疾患別各論	
	老人性色素斑	宮田成章 86
	肝斑	宮田成章 102
	後天性真皮メラノサイトーシス (ADM), 太田母斑	秋田浩孝 118
	脂漏性角化症	木村有太子 128
	雀卵斑	西堀公治 137
	光線性花卉状色素斑	山田裕道 149
	炎症後色素沈着 (PIH)	中野俊二 155
4章	しみを予防する	
	しみの発生予防・再発予防	須賀 康 166

Ⅱ. ほくろ

5章 ほくろの病態を理解する

ほくろの病態と種類	古賀弘志	182
ほくろと鑑別を要する色素性疾患	岩田洋平	195

6章 ほくろを診断する

生検による診断	安齋真一	205
ダーモスコピーによるほくろの鑑別	外川八英	214

7章 ほくろを治療する

ほくろのレーザー治療と外科治療	尾崎 峰	231
-----------------	------	-----

Ⅲ. 刺青

8章 刺青を理解して治療する

刺青の特質をふまえたレーザー治療	大城貴史, 佐々木克己, 大城俊夫	244
------------------	-------------------	-----

索引		258
----	--	-----

疾患別各論

老人性色素斑

ここで伝えたいエッセンス

- 老人性色素斑にはレーザー治療、光治療（IPL）が有用である。異常なケラチノサイトを破壊することによって、ほとんどの場合は良好な結果が得られる
- 機器ごとに特徴が異なるため、老人性色素斑の性状や患者の期待する効果に応じて選択する
- レーザー治療後の炎症後色素沈着（PIH）についての説明を怠ってはならない
- ハイドロキノンやトレチノインなどの外用療法をレーザー治療、光治療の補助的療法として用いることは有用である

疾患の概要

老人性色素斑（senile lentigo, senile pigment freckle）は、患者がしみを主訴とする場合に最も多く遭遇する病変である。加齢によって出現する茶褐色の比較的境界明瞭な色素斑で、表皮内病変である。臨床においては、外見上、いかに色調を薄くもしくは除去するかが主眼となる。

治療の基本は、メラノソーム（メラニン色素）を多く含有する異常なケラチノサイト（角化細胞）

を物理的に除去するか、もしくはメラノソームを産生するメラノサイト（色素細胞）の機能を抑制、もしくはメラニンの排出を促進することである。前者の場合には選択的にメラニンを除去し、瘢痕などを残さないで治療することが重要であり、レーザー治療や光治療が主として行われる。後二者の場合は、外用療法などが中心となる。

レーザー治療，光治療（IPL）

波長

老人性色素斑は、メラニン色素を多く含有する病変であるため、レーザー治療や光治療においては当然ながらメラニンへの吸光度を考慮した波長を用いる。メラニンは、短い波長域ほど吸収されやすいが、その深達度や水に吸収されにくい波長域を考慮する必要がある。波長が短いほど散乱して深達度が劣り、また水へ吸収されるとエネルギーはかなり減衰するために、500～1,000 nm 領域を用いることが多い。また、ヘモグロビン（酸化ヘモグロビン）の吸収を考慮する必要もある（図1）。

ヘモグロビンに低吸収な波長（700 nm 前後の波長）を選択することによって、メラニン選択性に優れた治療が行える。しかしながら、選択性だけでなく、メラニンへの吸収率ももう一つの要素

である。500 nm 台の波長はヘモグロビンに吸収される領域ではあるが、メラニンへの吸収率も非常に高いのが特徴である。波長特性を考慮して機器を選択する¹⁾。

なお、脂漏性角化症に近似して隆起を伴う老人性色素斑は、時に隆起部分を削る必要がある。この場合は、水に吸収されやすい赤外線領域の波長を用いることも多い。これによって表面を蒸散させることで隆起部分が除去できる。

パルス幅

Anderson らによる選択的光熱融解理論²⁾に基づくと、メラノソーム内に光から熱に変換されたエネルギー（光熱作用）を封じ込める熱緩和時間は、おおよそ 50 ナノ秒である。この時間内であれば、光が熱に変換されたエネルギーはメラノソ-

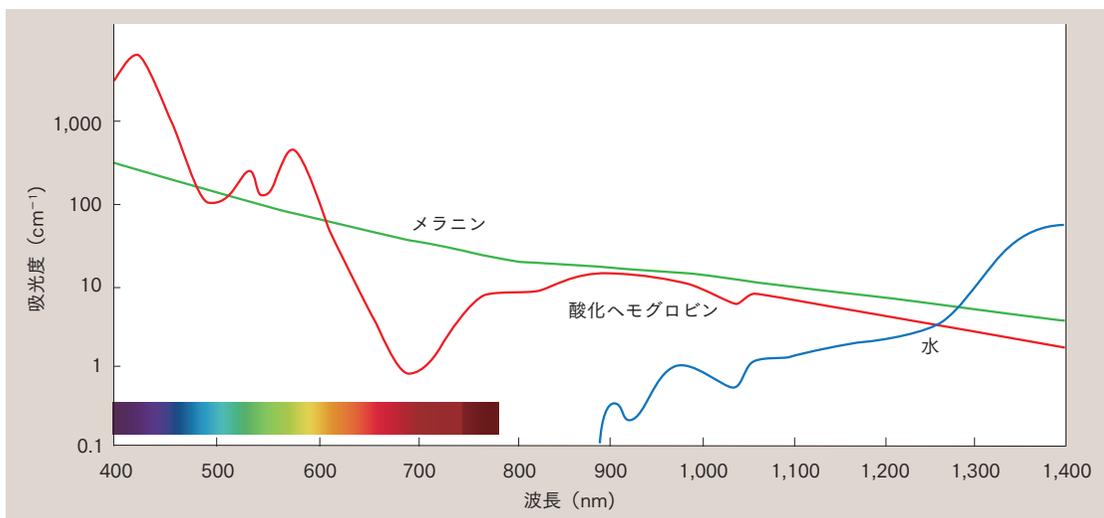


図1 波長と吸光度

ム内にとどまる。それに加えて、ごく短いパルス幅で発振される光エネルギーは、衝撃波（急激な熱膨張による音響効果）が生じる。この衝撃波をメラノソームに封じ込める時間（応力緩和時間）については諸説あり、定まってはいるが、500ピコ秒程度である。

真皮内の病変に関しては、レーザー照射後の光熱作用によって熱が周囲に広がり瘢痕が生じるのを防ぐために、特に熱緩和時間が重要となる。表皮内の病変に関しては、長いパルス幅であってもメラニンを含む表皮は光熱作用によって焼灼可能である。特に、選択的光熱融解拡張理論で提示された表皮の熱緩和時間である約3ミリ秒以内であれば、メラニンを多く含む表皮を選択的に破壊することが可能である。また、それより長いパルス幅であっても、瘢痕をつくらぬ適切なエネルギー（もしくは冷却を行いながら）であれば、問題なく老人性色素斑の治療に用いることができる。

ただし、短い照射時間、より強いエネルギーであるほどメラニンを多く含有する異常ケラチノサイトを完全に破壊できるため、老人性色素斑の治療には有効であり、長期的経過などを考えると熱緩和時間内かつ適切なエネルギーでの照射が重要である。

以上をふまえて、さまざまな機器を用いて治療する。

Q スイッチレーザー

一般的に、ナノ秒での発振レーザーをQスイッチレーザーと呼称する。老人性色素斑に対しては、主にメラニンへの吸収率が高いルビーレーザー、アレキサンドライトレーザー、Nd:YAGレーザー（第2高調波のKTP）が用いられる。選択的光熱融解理論に基づくと、Qスイッチレーザーで発振される20~50ナノ秒のパルス幅においては、メラノソームの熱緩和時間内照射となる。光が熱

に変換される光熱作用はメラノソーム内に限局され、周囲の温度に相違が生じ、また一方で気化と衝撃波による表皮細胞へのダメージや破壊が生じる。これがQスイッチレーザーによる老人性色素斑治療の本質である。単なる熱損傷ではなく、メラニンを含有した異常な表皮細胞を基底層まで破壊する。

衝撃波は、結果として表皮内に空胞を生じさせ、レーザー照射直後の白色変化（immediate whitening phenomenon：IWP）として視認される。

1 ルビーレーザー （波長 694 nm）

ルビーレーザーは、主に日本で用いられているが、海外では近年はあまり用いられていない。これは、日本で製造されている皮膚疾患治療用Qスイッチレーザーがルビーレーザーのみであることにも起因している。

ルビーレーザーの波長はヘモグロビンへの吸収率が低く、メラニン/ヘモグロビンの吸収比が高い波長である。つまり、メラニンに対する選択性が非常に高い。老人性色素斑における表皮内のメラノソームの破壊という点では非常に優れている。ただし、3準位レーザーであることから発振の効率が悪く、最も速く照射できる機種でも2Hz程度、つまり1秒間に2発程度の照射スピードにとどまることが欠点である。

2 アレキサンドライトレーザー （波長 755 nm）

ルビーレーザーと比較するとヘモグロビンへの吸収率がやや高く、メラニンへの選択性には劣るものの、長い波長ゆえの深達度がある。また、発振は5Hz程度可能であり、4準位レーザーゆえの高い効率性が利点である。

この機器は、欧米で刺青治療用として開発された経緯があり、後述のピコ秒レーザーの登場によって、その役割を終えつつある。しかしながら、ル

ビーレーザーと比較して、メラニンへやや低吸収でパルス幅が長いことなどから安全域が広く、使い勝手の良い機器といえる。日本においては、ルビーレーザーと並んで老人性色素斑の治療に最もよく用いられている。

3 Nd:YAG レーザー (波長 1,064 nm/ 532 nm)

メラニンへの吸収率が低く、通常は KTP (potassium titanyl phosphate) 結晶を通してその第 2 高調波である半波長の 532 nm を発振させ

(KTP レーザー)、老人性色素斑の治療に用いる。この波長は、ルビーレーザーやアレキサンドライトレーザーに比較してメラニンへの吸収率が高い。一方で、ヘモグロビンにも吸収される。また、短波長ほど光子エネルギーが強いため、老人性色素斑に強く反応するが、結果として照射後の皮膚の発赤などが強くなるのが欠点である。

なお、特殊な照射方法として、低フルエンス (J/cm^2) で 1,064 nm 波長を全顔に照射する手法がある (レーザー トーニング と い わ れ る)。主に、レーザー治療が適さない肝斑に対する治療と



図2 Qスイッチルビーレーザーで治療した老人性色素斑
a: 治療前. b: 治療 1 か月後.

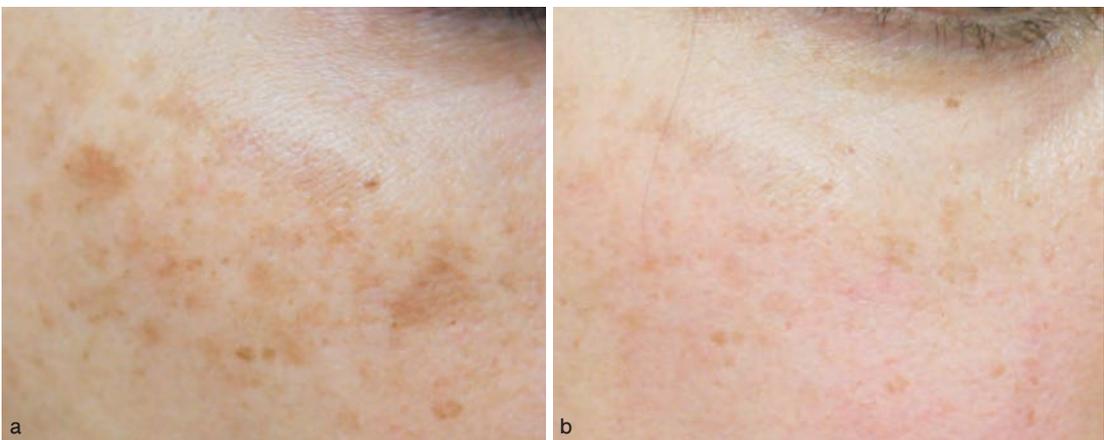


図3 Qスイッチルビーレーザーで治療した老人性色素斑
a: 治療前. b: 治療 3 か月後.

して脚光を浴びた手法であるが、多発する老人性色素斑に対しても有効と考えられる。この手法では痂皮などは生じず、回数をかけて徐々に色調を薄くしていくが、再燃しやすく、あくまで一つの手法としての紹介にとどめる。

4 照射の手順とポイント

Qスイッチレーザーの老人性色素斑に対する治療成績は非常に良好で、正しく診断・治療すればほとんどの症例で良好な結果を得ることができる。ルビーレーザー（図2, 3）、アレキサンドラ

イトレーザー（図4, 5）、KTPレーザー（図6）ともに、1~2回の治療でさまざまな性状の老人性色素斑をほぼ消失させることができる。

治療の基本としては、照射直後に明確なIWPが生じるフルエンスでの照射を行う。これが治療のエンドポイントである。ただし、アレキサンドライトレーザーに関しては、薄い色調の老人性色素斑においては照射直後のIWPがややわかりにくい場合がある。これは波長特性およびやや長いパルス幅（ルビーレーザーが20ナノ秒に対し50ナノ秒）であることに起因している。臨床経験を積みばさほど問題ではない。

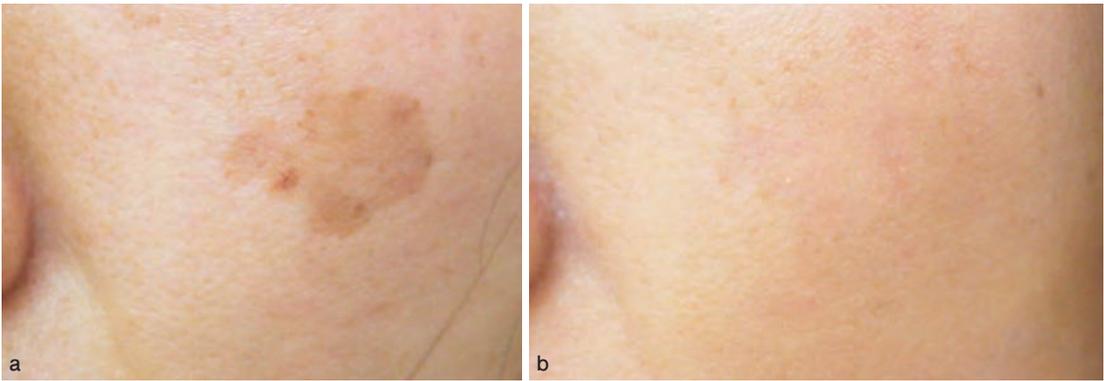


図4 Qスイッチアレキサンドライトレーザーで治療した老人性色素斑
a: 治療前. b: 治療1か月後.



図5 Qスイッチアレキサンドライトレーザーで治療した老人性色素斑
a: 治療前. b: 治療5か月後.

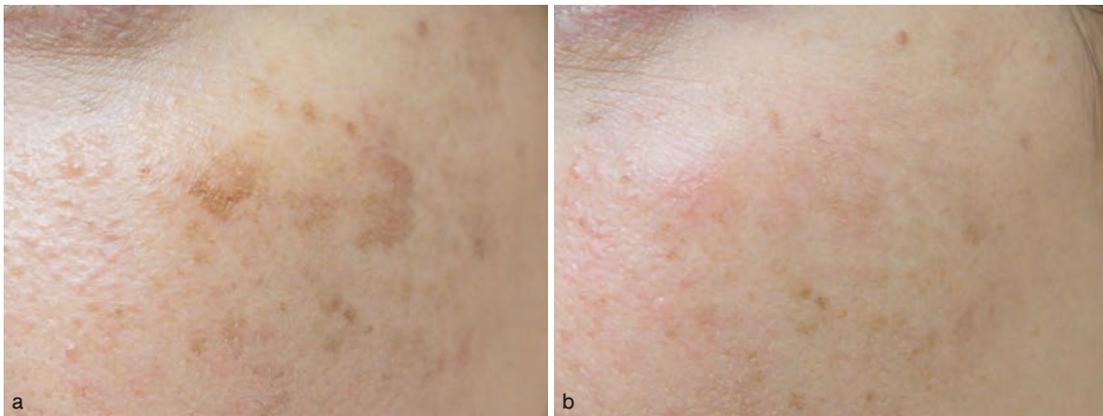


図6 QスイッチKTPレーザーで治療した老人性色素斑
a: 治療前. b: 治療1か月後.



図7 治療後に用いられる各種の被覆材

照射後にIWPを呈した表面は徐々に黒色の痂皮となり、1週間程度で自然に脱落する。その間は脆弱であり、サージカルテープやフィルム材、ガーゼ、抗炎症薬含有ファンデーションなどによる保護が必要である(図7)。また、副腎皮質ホルモン薬などの抗炎症薬を外用する。強い粘着面をもつ被覆材の場合、毎日交換すると痂皮を剥がしてしまい、炎症を惹起するので無理に剥がさず、愛護的に取り扱う。サージカルテープは紙製であり、抗炎症薬を塗布する場合にはわずかでも浸透するため、剥がさずテープの上からの塗布でよいと考える。上皮化後は正常な皮膚色か、やや発赤もしくは脱色素した状態となり、2週間程度経過すると約半数で炎症後色素沈着(PIH)が生じる。個人差はあるが、半年程度で正常な皮膚色に戻る(図8)。

なお、ほとんどの場合、PIHは紫外線曝露に注意して管理すれば自然経過でおさまっていく。より早期に消退させることを目的に、ハイドロキノンなどの外用剤を処方することが一般的で、より良い結果を早期に得るための選択肢の一つである。また、当然ではあるが、PIHに対して短期的にレーザーを再照射することは避ける。過度の炎症は色素沈着をむしろ遷延化させる。

治療において重要なことは、適切なフルエンスの設定である。低いフルエンスでは異常なケラチノサイトが取りきれず結果が劣ることとなる。しかしながら、フルエンスが高すぎると衝撃波によって表皮が瞬時に剥脱し、強いダメージが生じることから長期にわたるPIHが必発である。場合によっては、メラノサイトへのダメージからやや色素脱失することもある(図9)。ただし、老人性色素斑においては、異常なケラチノサイトの残存は取り残しや短期の再発を招くことから、患者の理解が得られれば高いフルエンスでの照射も一つの考え方である。しかし、場合によっては1年を超えることもある長期間の濃い色調のPIHは、患者に心理的に強い苦痛を与えることになる。

PIHの程度と期間を考慮して、良好な結果を得るための現実的なフルエンスの設定は、老人性色素斑の性状のみにとどまらず、患者のスキント