

特集

とことん、 レーザー治療 —シミ・くすみを診る—

企画編集 **河野太郎**

東海大学 医学部 外科学系 形成外科学 教授

-
- 2 特集にあたって／河野太郎
- 3 1. 炭酸ガスレーザー治療／尾崎 峰
- 10 2. ノーマルパルスレーザーによる老人性色素斑の治療／今川孝太郎
- 16 3. ロングパルスアレキサンドライトレーザー治療／小林直隆
- 24 4. Qスイッチルビーレーザー治療／王丸陽光, 王丸光一
- 31 5. Qスイッチアレキサンドライトレーザー治療／長濱通子
- 38 6. 532/1064nm Qスイッチ Nd:YAG レーザー治療／黄 聖琥
- 49 7. フラクショナル Q スイッチルビーレーザー治療／原 かや
- 55 8. 532nm ピコ秒レーザー治療／中野俊二
- 65 9. 730nm/1064nm ピコ秒レーザー治療／中田元子
- 72 10. 755nm ピコ秒レーザー治療／奥 謙太郎
- 80 11. 1064nm ピコ秒レーザー治療／大道和佳, 菅原 順
- 87 12. フラクショナル 1064nm ピコ秒レーザー治療／西堀公治
-

3

特集 とことん、レーザー治療—シミ・くすみを診る—

ロングパルスアレキサンドライトレーザー治療

小林直隆

咲くらクリニック 院長

ロングパルスアレキサンドライトレーザーによる顔面の色素斑治療は、国内では一般的に「レーザーフェイシャル」と称されている。レーザーフェイシャル治療ではほぼノーダウンタイムでの色素斑治療が可能である。レーザーフェイシャル治療はすべてのシミを除去できるような強力な治療ではないが、ダウンタイムが認容できない患者の色素斑治療には一定のレベルで有用であり、治療法が確立されてから現在に至るまで20年余にわたり広く長く支持されている治療である。

はじめに—ロングパルスアレキサンドライトレーザーとは—

ロングパルスアレキサンドライトレーザーは755nmの波長を発振するレーザー装置である。1990年代に脱毛用レーザーとして開発され本邦には1997年ごろに導入されている。755nmの波長はメラニンへの吸収に優れた波長であるが、メラニンへの吸光度という点ではKTPレーザー(532nm)やルビーレーザー(694nm)にはやや劣る(図1)。当レーザーはロングパルスの名称のとおりミリ秒単位でのパルス発振が可能なレーザーである。

ジェントルレーズについて

ロングパルスアレキサンドライトレーザーは各社から発売されているが、なかでもシネロン・キャンデラ社製の“ジェントルレーズ(GentleLase®)”シリーズは国内で最も人気を誇り、1998年の発売以来2023年の現在に至るまで約4000台が販売されているロングセラー機である。ジェントルレーズは脱毛効果のみならず、顔面に照射するとシミが改善する効果も持ち合わせている(表在性皮膚良性色素性疾患治療用レーザーとして医療承認取得済み)。すなわちクリニックに導入すれば脱毛も美顔も可能というクリニック経営的に大変ありがたい機種である。

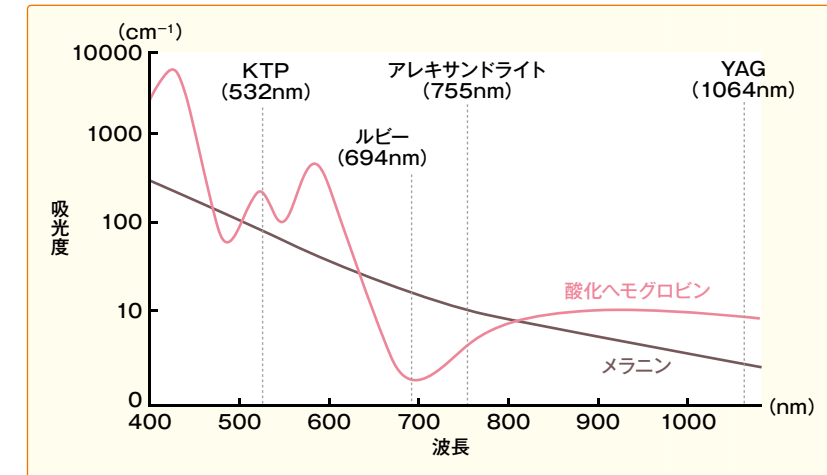


図1 各種レーザーのメラニンと酸化ヘモグロビンへの吸収性の違い

ジェントルレーズの冷却装置

ジェントルレーズにはDCD™(dynamic cooling device)という冷却装置が装備されている。DCD™はレーザー照射前に冷却ガス(テトラフルオロエタンHFC134a)を一定時間吹き付ける装置で、表皮を保護し疼痛を軽減するために用いられる。DCD™のおかげで3ミリ秒という表皮に熱傷を起こしうるパルス幅でレーザー照射するにもかかわらず、表皮の熱傷を生じせずに治療が可能となる。

レーザーフェイシャルについて

ロングパルスアレキサンドライトレーザーによるシミ治療は主に上述の“ジェントルレーズ”を用いたもので、一般的に「レーザーフェイシャル」と称される。レーザーフェイシャルによるシミ治療では基本的にノーダウンタイム治療が可能である。2000年に小野らによる学会での治療報告があり、2004年掲載の岩城の論文¹⁾をきっかけに世界で認知されるようになった。本稿ではこの「レーザーフェイシャル」によるシミ治療について述べる。

レーザーフェイシャルの効果

レーザーフェイシャルにおいては、①色素斑改善、②シワ・肌質改善、③赤ら顔改善などが期待できる。

色素斑改善

ノーダウンタイム治療

レーザーフェイシャルの最大のメリットは、冷却装置(DCD™)をオンにして表皮を保護しながらレーザー照射を行うため、痂皮形成の副作用が起きにくく、比較的完全に全顔照射を行うことができる点である。レーザーフェイシャルではノーダウンタイムで徐々に色素斑を改善することが可能で(図2)、およそ4回の照射で約80%の患者が色素斑の改善を自覚する²⁾。しかし表皮の保護を行いながらレーザー照射を行うために、その治療効果は限定的なものになる。レーザーフェイシャルはパルス幅がミリ秒単位での照射のためQスイッチレーザーやピコレーザーのような衝撃波による破壊はなく、主に熱作用による治療効果である。このため輪郭がはっきりしているシミ(老人性色素斑)に対しては色調が薄くはなるものの完全除去とはならない(図3)。このような異常ケラチノサイトを伴うシミの完全除去を狙うにはQスイッチレーザーやピコレーザーによる治療が推奨される。また本来脱毛機であるため顔の毛が脱毛されること

4

特集 とことん、レーザー治療—シミ・くすみを診る—

Qスイッチ
ルビーレーザー治療王丸陽光^{1,2)}，王丸光一¹⁾1) 形成外科王丸クリニック
2) 久留米大学 形成外科・顎顔面外科

Qスイッチルビーレーザー（QSRL）は、色素性疾患の治療において現在でも不可欠なレーザーである。QSRL治療を行うにあたっては、照射後のエンドポイントも含めた生体反応がとくに重要となる。疾患やスキンタイプによってその生体反応は異なるため、それらを見極めることで十分な治療効果が得られ、合併症のリスクを軽減することができる。

したがって、QSRL治療を行う際にはQSRLの特徴と色素性疾患への理解、そして臨床経験が必要となる。また、近年開発された新型QSRLにおいては、スポット径や周波数が可変式になるなどさらに幅広い治療が可能となった一方で、よりいっそうの基礎知識の習得や照射後の生体反応の理解が求められている。

の臨床経験が必要である。本稿では、QSRLの特徴と実際の臨床における生体反応を中心とした治療のポイントについて述べる。

QSRLとは何か？

歴史

ルビーレーザーは、1960年にMaimanが初めてレーザー発振に成功した固体レーザーである¹⁾。その特徴としてメラニンに吸光度が高いことから医療分野に早くから応用

され、色素性疾患全般の治療に用いられてきた。しかし、当時の技術では、レーザー発振のパルス幅（照射時間）は最短で2ミリ秒までが限界であったため、照射後の熱拡散による影響つまり熱損傷によって生じる瘢痕が臨床問題であった。

その後レーザー工学の発展に伴い、Qスイッチ法を用いてルビーレーザーの発振を行うQSRL機器の開発によって、ナノ秒レベルの超短パルスのレーザー発振が可能となった。臨床においては、1994年に渡辺らが太田母斑に対するQSRL治療の報告²⁾を行って以降、その他の色素性疾患に対しても瘢痕形成をきたさず治療を行うことが可能となった。現在では、治療適応が老人性色素斑などの美容領域にも拡大し、QSRLはさまざまな色素性疾患に対して幅広く用いられている。

特徴

QSRLは、694nmの波長を有することから、他のレーザーと比較するとメラニンに吸光度が高く、ヘモグロビンに吸光度が低い。つまり、QSRLは血管への影響が非常に少なく、選択的にメラニンのみを破壊することができる。

QSRLのパルス幅については、現在20ナノ秒に設定されている。QSRLには、レーザー発振器内にあるルビーのロットとレーザーが透過する側の共振器ミラーの間にQスイッチが組み込まれており、それを操作してレーザー発振を行う方法をQスイッチ法という。このQスイッチ法とは、Qスイッチをoffの状態としてフラッシュランプ発光後にルビーのロット内で多数の原子が興奮状態になるまでレーザー発振を抑えておく。そして、興奮状態の原子が多くなり十分にエネルギーが蓄積した段階で、Qスイッチをonに切り替えて一気にレーザー発振させる方法である。この方法によって、照射時間がナノ秒レベルの高いピークパワーを持つパルスレーザー発振（ジャイアントパルス）が可能となっている（図1）。

A 実際の写真



B シェーマ

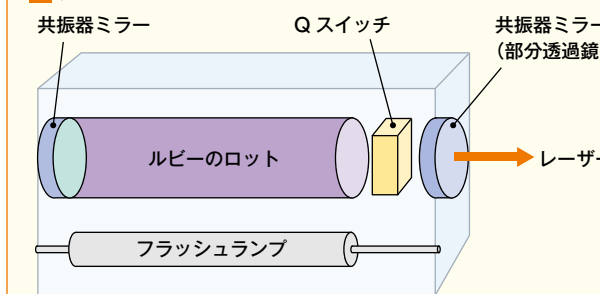


図1 QSRL発振器の内部

レーザー照射後の生体反応については、レーザーが標的組織に吸収されると光エネルギーから熱エネルギーに変換され、主に光熱的作用と光機械的作用の2つの作用によって標的組織の破壊とその周囲へ影響（熱拡散：光熱的作用、衝撃波：光機械的作用）を与えている。レーザーの照射時間が長ければ光熱的作用が強くなり、短ければ光機械的作用が強くなる。臨床で用いられているQSRLはナノ秒レーザーであるため、光熱的作用よりも光機械的作用が強いレーザーである。

QSRL照射後のメラニン周囲への影響については、メラノソームの熱緩和時間（レーザーが標的組織に吸収された後に、その標的組織内で生じた熱エネルギーが周囲組織に伝わるまでの時間）が計算上50ナノ秒とされているため、パルス幅が20ナノ秒のQSRLは理論上メラニン周囲への光熱的作用による熱拡散（熱損傷）をきたさずにメラニンを破壊することができる（図2）。また、メラニン周囲への光機械的作用については、照射エネルギー（照射出力）が大きいほどその作用は大きくなるため（図3）、臨床ではメラニンを破壊できる十分かつ適切な照射エネルギーの設定が重要となる³⁾。

はじめに

現在、Qスイッチルビーレーザー（Q-Switched ruby laser：QSRL）は、太田母斑や異所性蒙古斑といった先天性の母斑から老人性色素斑などの後天性の色素斑まで、色素性疾患の治療において多く用いられているレーザーである。また、QSRL治療に関する臨床データや論文も多数報告されているため、その治療効果や合併症などについての多くは解明されている。

一方で、QSRL治療は乳幼児から成人まで幅広い世代の患者に対して一般的に行われているうえ、疾患やスキンタイプによって照射後の生体反応が異なることから、一定