

2-3 美容ライト脱毛

2-3-1 メカニズム

美容ライト脱毛機器には、キセノンランプなどのフラッシュランプが用いられます。これらのランプは、紫外線から赤外線までの広い波長帯域を持っています。このようなランプを「ホワイトライト」ということもあります。(p14～16を参照してください。)

脱毛に有効な波長は、前項の「レーザー脱毛」で説明しましたが、これらの波長を含む幅広い波長の光の照射により脱毛するものが美容ライト脱毛機器です。

紫外線などの有害な光はフィルターで取り除き、脱毛に有効で安全な帯域の光だけを取り出します。

美容ライト脱毛機器の発光部は、一般に図23のような構造となっています。キセノンランプなどのフラッシュランプの光は半円形のミラーで反射させ、ライトガイドに集中させます。ライトガイドの入り口には、蒸着フィルター、または色ガラスフィルターがあり、有害な光をカットします。その後、光はライトガイドを通過して、ライトガイドの出口よりターゲットに照射されます。

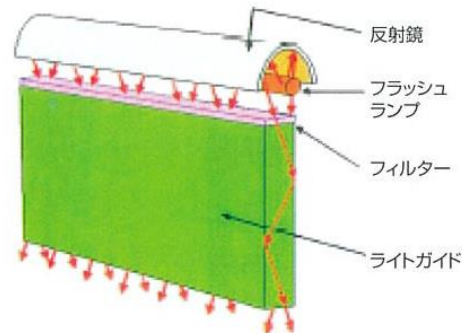
フィルターでは、波長400nm以下の紫外線領域の光をカットします。カットされて出力される波長は脱毛に有効な波長帯域ですが、美容ライト脱毛機器の発光部の構造、発光制御プログラム、肌冷却方式などにより、メーカーで異なります。

フィルターは有害な光をカットするほかに、メーカーで設定した安全条件を考慮した帯域の光を出力する大切な役目を持っています。フィルターが傷ついたり、長期の使用で劣化した場合、有害な光が通過してしまうことがあります。また、メーカー指定以外の製品、部品を使用することは大きなリスクとなります。

フラッシュランプの光は、前項で説明しました自然光（太陽光）と同様で、レーザーのような単一波長ではありません。レーザーと違って指向性（直進性）はなく、光照射口より出た光は、散乱します。また、広い帯域の波長が含まれていますので、光の届く深さも、波長、照射時間、エネルギーなどの条件によりさまざまです。

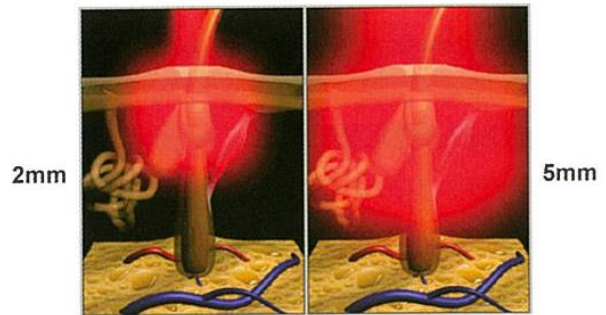
同じエネルギー密度（フルエンス）で照射した場合、光の散乱や、スポットサイズによっても、光の到達する深さが異なりますので注意が必要です。エネルギー密度（フルエンス）とは、単位面積あたりのエネルギーの強さで、美容ライト脱毛機器では、「 J/cm^2 （ジュール／平方センチ）」で表します。これを略して「J（ジュール）」ということがあります。原理的にはスポ

図23 ● 美容ライト脱毛機器の発光部の例



ットサイズの大きな機器は、小さい機器に比べ、同じエネルギー密度（フルエンス）の場合、全体では大きなエネルギーが出力されますので、散乱光も深く到達します。しかし実際の脱毛機器ではスポットサイズにより、メーカーが脱毛に有効なエネルギーと照射時間を設定していますので、スポットサイズの大きな機器がより脱毛の効率が良いという意味ではありません。（図24）

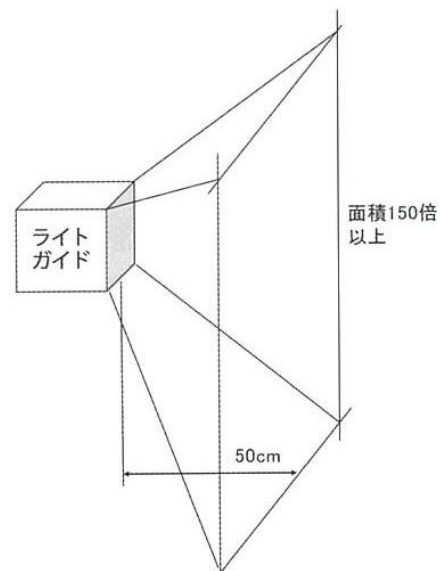
図24 ● スポットサイズと到達する深さ



目に対する安全性においても、レーザーが光源より離れた位置でもエネルギーがほとんど衰えないのに対し、フラッシュランプは拡散して弱くなります。

ライトガイドより 50cm 離れた位置では、光の広がりには 150 倍以上となり、光のエネルギー密度（フルエンス）は $1/150$ 以下となります。従って、光が目に入った場合でも、レーザーよりフラッシュランプの方がダメージが少なくなります。（図25）

図25 ● 光の広がり



安全のガイドラインとして TLV (Threshold of Limit Values) という指標があります。（図26）

これは網膜に対する危険性の指標で、下記の式のようになります。

〔参考データ〕

数十 cm 離れれば危険性は少なくなるというようになりますが、光の直視は危険であることに変わりはありません。

* 波長 400～1400nm 帯の光では

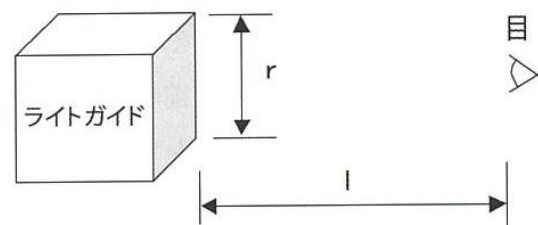
$$\text{TLV} : \frac{5}{a} t^{1/4} (\text{W/cm}^2 \cdot \text{sr})$$

$$a : r/l$$

t : 光を受ける時間

(r : ライトガイドの大きさ l : 目までの距離 sr : 光の広がり)

図26 ● TLVイメージ



脱毛に最も有効、かつ安全な波長は確定しておらず、各個人の肌色、毛の太さ、色、肌のコンディションにより変わってきます。美容ライト脱毛機器も脱毛に必要な3つの要素は次に掲げるようにレーザー脱毛機器と同様です。

1. 光の波長
2. 照射時間
3. 照射エネルギー

ただし、フラッシュランプは幅広い波長帯域を持っていますので、照射時間、照射エネルギーをコントロールすることにより、幅広い条件に対応できます。

また、レーザーのように一点にエネルギーが集中して作用することなく、光が散乱しますので、安全面ではレーザーと比較して扱いやすいのですが、レーザー脱毛と同様に照射条件によっては事故を招きますので、安全性に対する注意はレーザー脱毛と同様です。

2-3-2 パルスと美容ライト脱毛の関係

美容ライト脱毛もレーザー脱毛と同様、パルスで出力します。パルスには大きく分けて2種類の出力方法があり、比較的時間の長いパルスを1パルス出力するものを「シングルパルス」、比較的時間の短いパルスを数パルス出力するものを「マルチパルス」といいます。

シングルパルスは、比較的弱い光を少し長い時間パルス照射します。メラニンの多い体毛は、他の組織に比較して光による熱の蓄積が多いことから、毛包部の温度を上昇させて脱毛させる方式です。

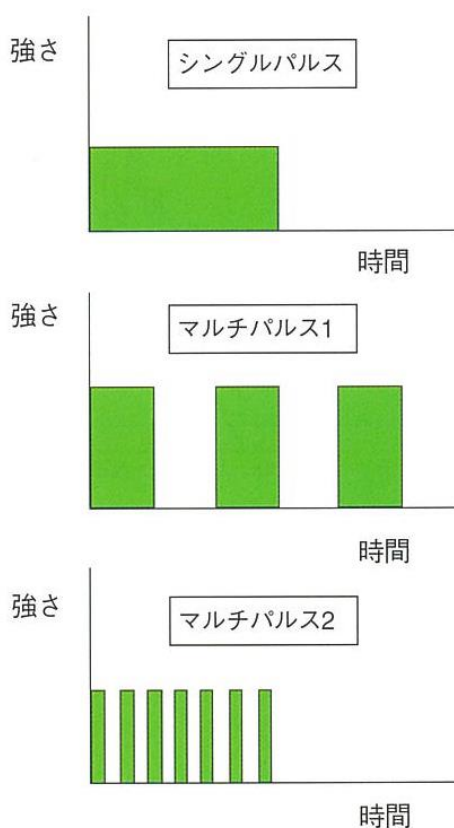
マルチパルス1は、比較的強い光を数回のパルスに分けて照射します。毛包部の温度はパルス照射時に一気に上昇しますが、パルスとパルスの間の時間に冷却された他の組織は熱緩和により温度が下がり、数回に分けて毛包部の温度を上昇させて脱毛させる方式です。

マルチパルス2は上記の中間ですが、シングルパルスに近いメカニズムとなります。

脱毛については、どちらが優れているということではなく、体毛、および肌の状態によりプログラムを選択します。

照射のエネルギー密度（フルエンス）については、第3章「美容ライト脱毛の有効性と安全性」で詳しく説明しますが、図27の緑

図27 ● パルスの種類



色の面積がエネルギー密度（フルエンス）となり、「光の強さ×パルスの時間」で決まります。同一エネルギー密度（フルエンス）でも、強めの光で短時間照射した場合と、弱めの光で長時間照射した場合、また、マルチパルスかシングルパルスかで、組織に対する影響が異なります。エネルギー密度（フルエンス）が低くても、ごく強い光を短時間に照射した場合、深達深さも深く、組織への影響も大きいので十分な注意が必要です。メーカーの安全指導、および実技講習などでの注意事項を十分に理解し安全なトリートメントを心がけることが重要です。（p31 3-3「パルスとエネルギー」を参照してください。）（図28）

図28 ●パルスの種類と影響

