

44000078

レーザー胆道内視鏡の開発に関する研究

(00587074)

昭和56年度科学研究費補助金（試験研究2）研究成果報告書

昭和57年3月

研究代表者

齋藤孝成

(旭川医科大学医学部附属病院・助教授)

は し が き

肝内結石あるいは総胆管遺残結石に対して、結石を除去するために術中および術後に種々の工夫がなされているが、なお困難をきわめる症例に遭遇することがある。そこで、このような場合の対策のひとつとして、レーザーエネルギーによる結石の破壊除去ができないものかと考え、研究を重ねた。

光ファイバーを導光路とする高出力レーザーが臨床的に使用可能となり、また、近年の内視鏡装置の技術的進歩によつて、レーザー光線を内視鏡的に操作することが容易となつてきている。このことは、術中あるいは術後ドレナージ孔より、さらには経口的な胆道内視鏡法によるレーザー光線の応用が可能であることを意味する。したがつて、胆石をレーザー照射により破壊できれば、これらの手段に適用することが可能となろう。

このレーザー胆道内視鏡の開発が本研究の目的である。

研究組織

研究代表者； 齋 藤 孝 成 (旭川医科大学医学部附属病院。助教授)

研究分担者； 葛 西 真 一 (旭川医科大学医学部附属病院。講 師)

山 本 哲 (旭川医科大学医学部附属病院。助 手)

研究経費

昭和 5 5 年度 2 , 5 0 0 千円

昭和 5 6 年度 8 0 0 千円

計 3 , 3 0 0 千円

研究発表

(1) 学会誌等（発表者、テーマ名、学会誌名、巻号、年月日）

井原章夫，葛西真一，他：マイクロレンズを装着したレーザー用ファイバーの検討。

医器学，51巻1号，1981年。

(2) 口頭発表（発表者、テーマ名、学会等名、年月日）

葛西真一，他：マイクロレンズ装着型YAGレーザーoptical fiber 開発の試み。

第2回北海道レーザー医学研究会、

昭和56年9月27日。

(3) 出版物（著者、書名、出版者名、年月日）

斎藤孝成：今日の臨床外科 19巻、

メジカルビュー社、昭和55年10月25日。

水戸廸郎，葛西真一：治療学，6巻6号、

ライフサイエンス出版、昭和56年6月10日。

研究 成 果

1) 医用レーザーによる胆石破壊効果に関する基礎的検討

使用した装置は、米国モンフロン社製のNd:YAGレーザーで、波長 $1.06\mu m$ 、最大出力130w、レーザー光凝固装置として開発されたものである。本装置を使用し、胆石破壊に対する出力、照射時間、破壊の状況、胆石の成分との関係などについて、摘出されたヒト胆石標本を用いて検討した。

空气中で胆石にレーザー照射を行うと、溶岩のようにドロドロになつて溶けだしたり燃えだしたりするので、水中照射の方が安全かつ实际的であると考えられた。そこで、水中照射時のレーザーエネルギーの減衰をパワーメーターで測定したところ、1cmの水深では約15%の減衰が認められた(図-1)。

照射出力と照射時間との関係を、照射により生じた胆石の破壊された深さで検討したところ(図-2)、出力および照射時間が大である程、破壊深度は増強された。

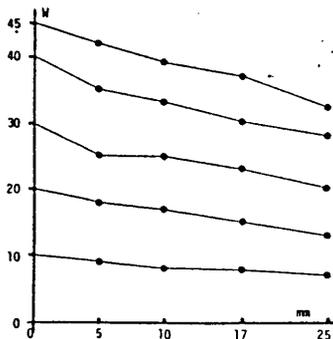


図-1 水中照射時のパワー減衰の程度
(mm:水深, w:出力)

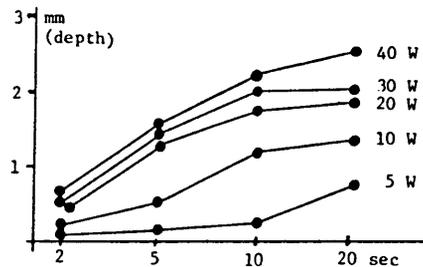


図-2 照射出力と時間の影響

実際の照射を行う場合には、体動や内視鏡の動きにより照射部位が動く事が考えられる。そこで、短時間頻回照射が実用的であるが、この場合、連続照射と比較して効果が落ちないかどうかを確かめる必要がある。

図-3は、20秒連続照射と、2秒間照射を10回行った場合との効果の比較を示す。胆石の破壊深度は、両者においては差は認められなかつた。

胆石の成分とレーザー照射の破壊効果に関して、胆石のコレステロール含量により比較したところ、コレステロール成分の少ない胆石の方がより破壊されやすい事が判明したが、高コレステロール石でも、胆石表面が黒褐色であれば破壊されるが、より白色のものはなかなか破壊されなかつた(図-4)。

以上の実験から、胆石は表面白色のものを除いて、ビ系石のみならず、コ系石も破壊可能であり、実際の照射条件は、照射時間を短く頻回に照射し、照射距離は1cm以内である方が望ましい事などが判明した。このような方法で、照射距離1cm、照射時間1秒で照射を繰り返すと、初め胆石の表面に直径1mmほどの穴があき、次第に表面から少しづつくずれていくのが観察された。写真-1にその一例を示す。

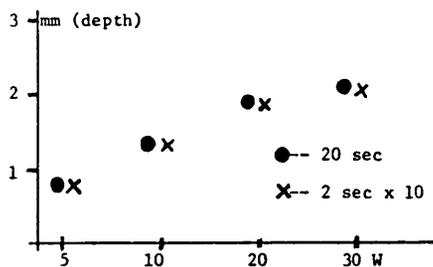


図-3 連続照射と短時間頻回照射の比較

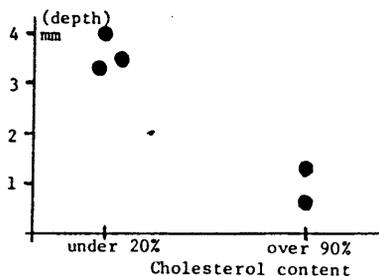


図-4 コレステロール含量の影響

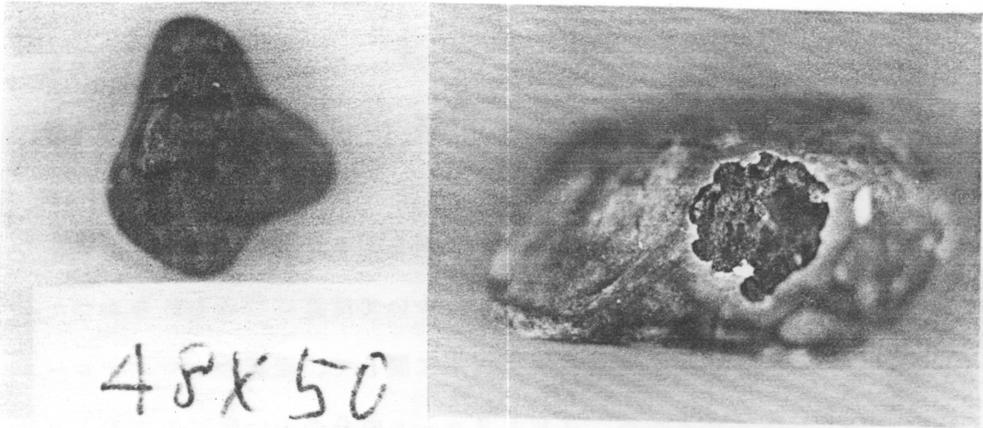


写真-1 48w, 1秒間照射を50回施行したコ系石の表面。
表面より結石が破壊されている。

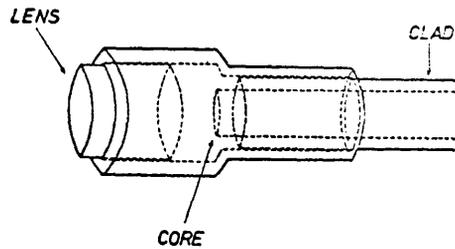
2) レーザー用胆道内視鏡の開発

従来の胆道内視鏡による肝内結石、遺残結石の除去を、術中には胆道内視鏡下に各種の鉗子による除去を、術後には総胆管ドレナージチューブよりの内視鏡的除去を試みた結果、レーザー用の胆道内視鏡としては鉗子口と optical fiberの挿入口を共通して使用し、レーザー照射中にも流水による洗滌が同時に行える必要のあること、このためには、両者の出し入れ部の気密性を保持しなければならないことなどが判明した。また、胆石の水中破壊効果を大きくするためには、レーザー光を集束し、レーザーエネルギーの高密度化を計る方がより有効であろうとの観点から、optical fiberの先端にマイクロレンズを装着したマイクロレンズ付光ファイバーの試作を検討した。

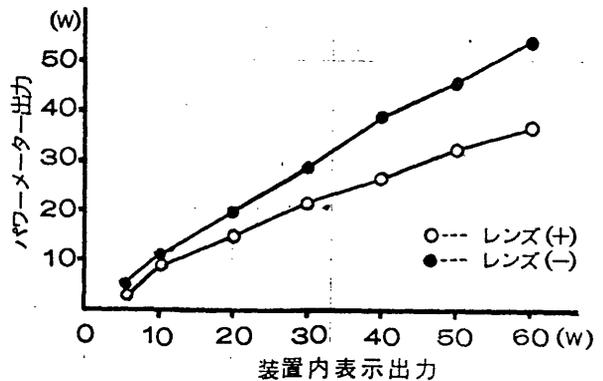
内視鏡自体は、従来の内視鏡を基本とし、アングル up-160° , down-30° , 直径 5.5 mm で、レーザー照射と同時に洗滌操作が行えるようにし、また従来の諸種の鉗子を使用できるように設計、試作した。使用した光ファイバーは、コアの直径 600 μm、シリコンクラッドの直径 1.1 mm である。

石英製レンズは、直径 1.7~1.8 mm、焦点距離は 2~3 mm で、レンズとコアは接着剤で固定してある。写真一2は、試作した胆道内視鏡にマイクロレンズ付 optical fiber を挿入したところである。図一5は、マイクロレンズの装着方法を示し、写真一3は実際の optical fiber の先端部を示す。レーザー光の集束状態およびレーザー発振装置と光ファイバーの光軸は、He-Ne レーザーガイド光により確認した。このマイクロレンズによる集光により、spot 径は 2 mm から 1 mm に縮少し、従つて単位面積当りのエネルギー密度は約 4 倍に増強されることになる。

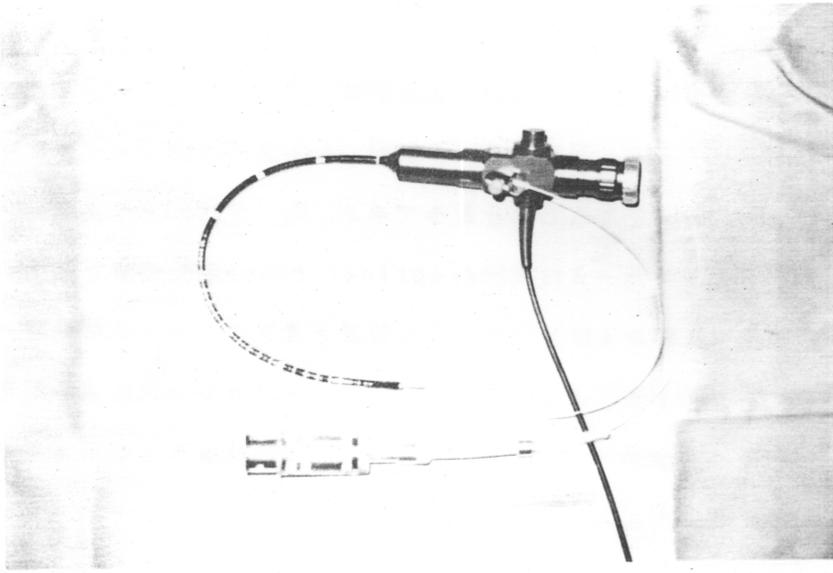
蒸留水中で、レンズを装着した場合の出力を測定してみると、条件は、シャーレに蒸留水を入れ、水深 1 cm に先端を把持し、対側にパワーメーターを置いて測定し、マイクロレンズの無い場合と比較した(図一6)。一瞬間レーザーを発振し、3回の平均を図に示したが、マイクロレンズを付けた場合はレンズ無しの場合に比し、約 30% 近い出力の低下が認められた。これは、レンズ装着部の温度上昇があるところから、コアとレ



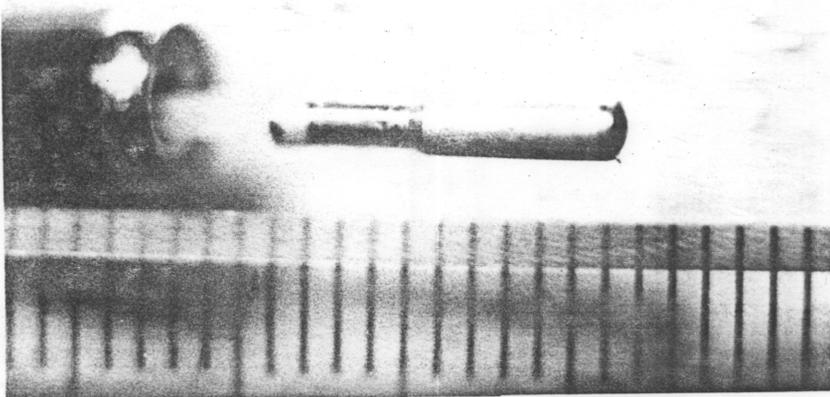
図一5 マイクロレンズ付先端部



図一6 出力測定成績



写真一 試作した胆道内視鏡とマイクロレンズ付光ファイバー

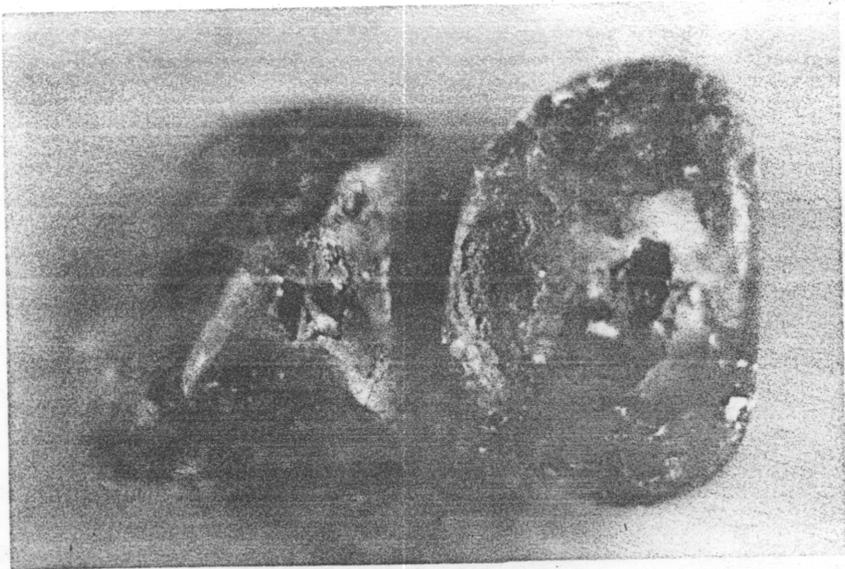


写真一 三 マイクロレンズ付 optical fiberの先端部

レンズの接着方法に問題があるものと考えられた。しかしながら、先端出力を同じにして胆石に対する水中照射を行つたところ、写真一4に示す如く、マイクロレンズを装着した場合の方が、破壊効果はより大になることが観察された。

3) 考察とまとめ

Nd;YAGレーザーによる胆石破壊効果は、ビ系石のみならず、コ系石でも認められることが判明した。本研究により試作したレーザー用マイクロレンズ付胆道内視鏡装置の成績は、レーザーエネルギーの効率化に有効であることを示唆したが、レンズ装着法に改良すべき点を認めた。また、水中における胆石破壊実験の成績から、臨床的に使用しうる有用性が確認された。



写真一4 マイクロレンズ装着による破壊効果はより著名(右側)