

# 광역학 치료용 광원 개발

## Development of Light Sources for Photodynamic Therapy

김 영 식

330-714 충남 천안시 단국대학교 의학레이저 연구센터

kimys@dku.edu

### 1. 서론

레이저가 개발되어 의학적인 진단 및 치료에 응용된 것은 첨단과학 또는 산업기술에의 응용과 마찬가지로 획기적인 전환점을 가져왔다. 초기에는 레이저가 악성종양의 절제와 같은 외과적 수술에 주로 사용되어 왔으나, 현재는 피부미용과 같은 섬세한 분야를 다루는 도구로까지 발전하고 있다. 특히 최근에 활발히 연구되기 시작한 레이저를 이용한 광역학 치료는 난치성 암에 관련된 임상 및 의학의 첨단연구 분야이다. 기존의 절제에 의한 암치료는 치료과정 자체가 환자에게 심리적 및 육체적 고통을 수반하며, 치료 후에도 여러 가지 후유증을 유발시키고 있다. 광역학 치료는 암 발병부위에 광감작제(photo-sensitiser)를 투여하고 레이저를 조사하면, 광화학 반응에 의하여 생성된 singlet oxygen과 같은 독성물질이 암세포를 괴사시키는 방법이므로 부작용이 적고 치료 후 흉터도 거의 남지 않게 된다.

광역학 치료에 쓰이는 광감작제는 우리 몸에 투과도가 높은 가시광선 및 근적외선 영역의 파장에서 흡수가 높은 물질로 개발된다. 현재 가장 많이 이용되는 광감작제는 photofrin으로서 630 nm의 파장대에서 광흡수도가 높은 물질이다. 따라서 이러한 파장에 맞는 출력을 내는 레이저의 사용이 필수적일 뿐 아니라 여러 가지 광감작제에 맞추어 파장을 변환시킬 수 있다면 경제성면에서 더욱 유리하다. 현재까지 이러한 영역의 파장으로 발진하는 레이저는 금 증기 레이저, 다이오드 레이저, 색소 레이저 등에 불과하다. 이들 레이저 중에서 색소레이저는 파장변환이 가능하나 유지관리가 어렵고 색소자체의 교체에 따른 독성물질 배출 등 의학용으로 사용하기에는 여러 면에서 부적합하다. 이러한 점을 감안하여 단국대학교 의학레이저 연구센터에서는 광역학 치료용으로 파장변환이 가능한 광 매개발진(OPO; optical parametric oscillation), 라만 레이저 등과 LED 판넬을 이용한 새로운 대체 광원에 대한 연구를 수행하고 있다.

### 2. 광 매개발진

광 매개발진은 비선형 단결정을 통과하는 펄스광자가 자발방출 또는 유도방출에 의하여 주파수가 낮은 두개의 광자로 분리되는 현상이다. 이에 따라 펌프빔과 다른 파장의 빛을 얻을 수 있다. 그림 1은 실험장치로서 대략 590-710 nm의 파장을 선택하여 출력시킬 수 있어서 광역학 치료에 필요한 광원으로 사용할 수 있다. 본 실험에서는 비선형 광학매질로  $\beta$ -BBO 결정을 사용하였으며 펌프광원은 Nd:YAG 레이저의 3차 고조파 빔을 이용하였다. 그림 1의 오른쪽 부분에 OPO에서 630 nm의 출력이 나오도록 결정의 각도를 조정하고 분광기를 사용하여 출력파장을 측정할 것을 볼 수 있다.

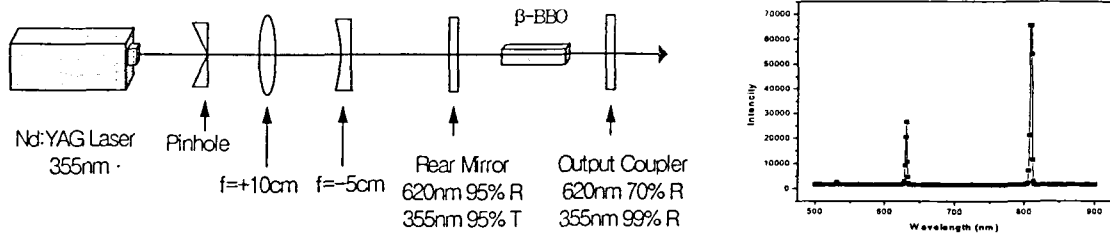


그림 1. 590-710 nm 파장영역의 signal파를 얻기 위한 OPO 장치와 출력 스펙트럼

### 3. 라만 레이저

본 의학레이저 연구센터에서는 OPO 이외에도 라만 변환을 이용한 광역학 치료용 광원개발 연구가 진행되고 있다. 그림 2와 같은 유도 브릴루앙 산란과 유도 라만 산란이 적용된 공진기를 사용하여 660-700nm 의 광원을 얻을 수 있다. 그림 2의 오른쪽은 메탄가스를 라만 셀로 사용한 경우의 출력 스펙트럼이다.

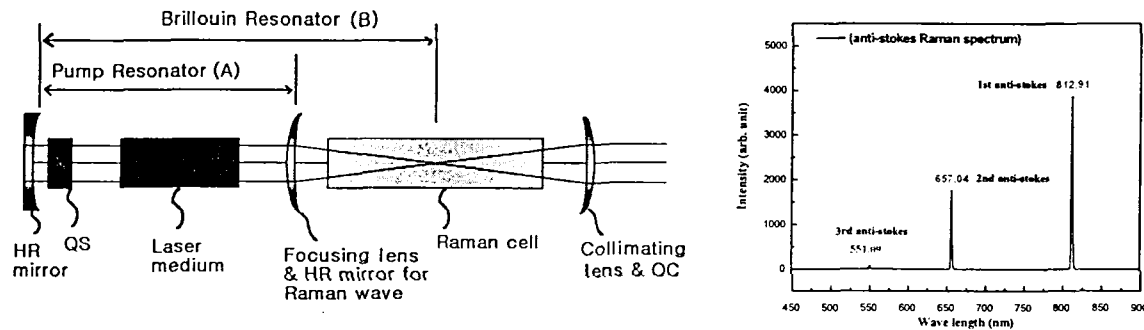


그림 2. 광역학 치료를 위한 파장선택 라만레이저와 출력 스펙트럼

### 4. LED 패널 및 광 집속 시스템

광역학 치료에 있어서 레이저 광원의 사용은 레이저가 특성상 단일과장만을 발생하기 때문에 다양한 광감작제의 사용에 제한적이며, 파장변환 레이저의 경우는 추가 비용이 만만치 않다. LED의 출력을 높일 수 있다면 레이저에 비하여 다양한 파장을 이용할 수 있으며, 비용이나 안전성 등에서 매우 유리하다. 아래의 그림은 이러한 개념으로 개발 중인 광역학 치료용 LED광원 중의 하나를 나타낸 것이다.

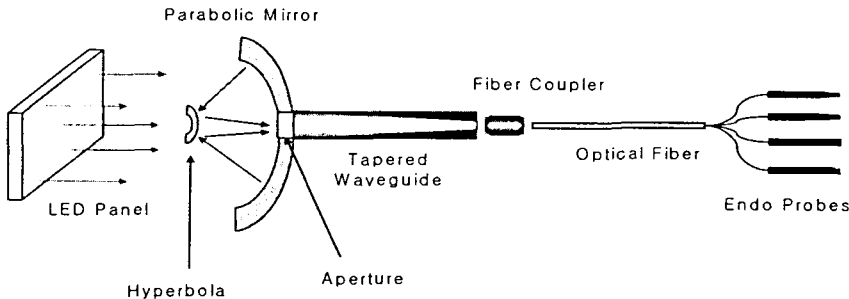


그림 3. LED 패널 및 광 집속 시스템

#### 참고문헌

1. Y. X. Fan, et al., "Barium Borate Optical Parametric Oscillator," IEEE J. Quantum Electron. 25(6), 1989.
2. Seung Mook Lee, Bum Ku Rhee, M. Choi, and Seung-Han Park, "Optical parametric spectral broadening of picosecond laser pulses in beta-barium borate," Appl. Phys. Lett. 83(9), 1722-1724, 2003.
3. 이동원, 이성구, 박승현, 공홍진, "유도 브릴루앙 산란 위상공역 거울을 이용한 Nd:YAG 레이저 발전기의 출력특성," 한국광학회지 13(6), 548-553, 2002.