

쑥뜸의 연소 특성에 관한 연구

양승열, 이호재, 김진우, 박영배, 허용

명지대학교 공과대학 전자공학과
*대영전자 연구소/연구3실, **경희대학교 한의대 침구과

A Study on the Characteristics of Moxa Combustion

S.Y. Yang, H.J. Lee, J.W. Kim, Y.B. Park, W. Huh

Dept. of Electronic Eng., Myong Ji Univ.
* Daeyoung Electronics Co., Research & Development Division
** Dept. of Acup. & Moxl., Kyung Hee Univ.

ABSTRACT

In order to get the basic data for the study of the heat stimulation of burning moxa, the pattern of combustion temperature, which is one of the important factors of thermal characteristics, was measured by density of cone moxa along the time procedure.

The following results have been obtained

1) The pattern of combustion temperature by moxa burning was classified into input period which means the infiltration of heat into the area and output period which means the radiation of heat from the area. The input period consists of preheating and heating periods, while the output period consists of heat retaining and cooling periods.

2) The pattern of combustion temperature showed the same type of curve, which was not influenced by the moxa weight. However, its pattern gradient are varied by density. It is considered that the pattern of combustion temperature is primarily influenced by the rate of combustion temperature, gradient temperature and duration of combustion.

I. 서론

쑥뜸요법은 쑥이 연소될때 발생하는 열이 경락이나 신경계통을 자극하여 질병치료에 효과적인 생체 반응을 일으키는 온열 자극요법으로 다양한 질병 치료와 예방에 효능이 있는 것으로 알려져 있다¹⁻²⁾. 근대 한방입상에서는 쑥뜸요법이 주로 한냉성 병증과 만성질환에 많이 이용되고 있으며, 자극요법을 병행한 온침요법에서도 응용되고 있다³⁻⁷⁾.

쑥뜸의 작용원리를 과학적으로 이해하고 효능을 개관적으로 검증하기 위해서는 무엇보다 먼저 쑥뜸의 열자극 특성에 대한 연구가 절실히 요구된다. 이러한 쑥뜸의 열자극 특성은 쑥뜸의 연소특성에 의해 좌우되므로 쑥뜸의 연소특성에 대한 연구가 필요하다.

본 연구는 쑥뜸의 연소특성을 검증하기 위한 시스템을 구성하고, 연소특성 중 연소온도의 유형을 애주(원추형 쑥뜸)의 형성 밀도에 따라 검토하여 쑥뜸의 자극조건을 연구하는데 기초적인 자료로 활용하고자 한다.

II. 시스템 구성⁸⁻¹⁰⁾

1. 하드웨어시스템 구성

하드웨어시스템 구성은 그림 1과 같이 열전대(K형)와 연전대의 냉점점 보상 및 증폭부, BCD-세그먼트 디코더부, LED표시부, 컴퓨터로 구성하였다.

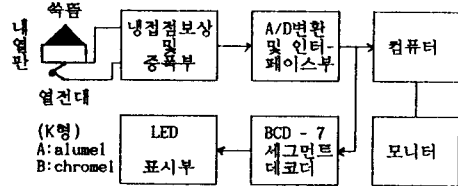


그림 1 하드웨어시스템 구성도.
Fig. 1 The Block Diagram of Hardware System.

1) 열전대

열전대는 0℃ - 1300℃의 온도범위에서 온도-전압 특성이 거의 선형인 K형(지름 1mm) 열전대를 사용하였다. 애주(원추형 쑥뜸)의 연소온도는 최고 600℃ 정도 이므로 측정범위는 충분하다.

2) 냉점점 보상 및 증폭부

열전대를 이용하여 온도 계속시 상온에 대한 온도보상을 하기 위해 냉점점 보상이 필요하며, 냉점점 보상은 냉점점 보상 IC(AD595)를 사용하였다. 이 소자는 냉점점 보상 및 증폭회로가 내장되어 있어서 열전대가 온도를 감지하면 각 온도에 대한 출력전압을 정정하여 냉점점 보상하고, 정정된 전압값은 증폭회로에서 증폭하여 10mV/℃의 출력을 제공한다.

3) A / D 변환 및 인터페이스부

A/D 변환기는 입력 신호상의 고주파잡음 제거특성이 우수한 이중기울기 적분형인 ICL7135(4 1/2 자리=20,000계수)를 사용하였다. 이 소자의 측정범위는 2.0000[V], 분해능은 2/20,000 = 100uV, 디지털 출력은 멀티플렉스 BCD출력이다. 샘플링 레이트(Sampling Rate)는 상용 전원주파수(60Hz) 노이즈를 제거하기 위하여 2.5회/초로 하였다.

인터페이스부는 변환된 BCD형 온도 데이터를 컴퓨터로 입력시키기 위하여 계속부와 인터페이스한다.

변환된 BCD 온도데이터는 LED 표시기로 나타내기 위하여

BCD-7세그먼트 디스플레이를 사용하여 연소온도를 실시간으로 확인 가능하도록 하였다.

2. 소프트웨어시스템 구성

시스템을 운영하고 데이터를 분석하는 소프트웨어 구성은 그림 2와 같다.

전체시스템은 그림 3과 같이 운영 윈도우하에서 풀다운, 팝업 메뉴방식으로 운영하게 설계하였으며, 계속조건 설정부, 데이터 수집부, 데이터 관리부, 데이터 분석부, 데이터 관리부 및 데이터 분석부로 구성하였다.

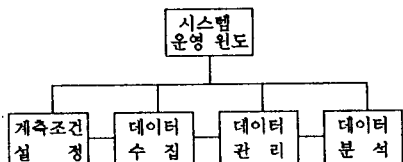


그림 2 소프트웨어 시스템 구성. Fig. 2 Block diagram of the software system.

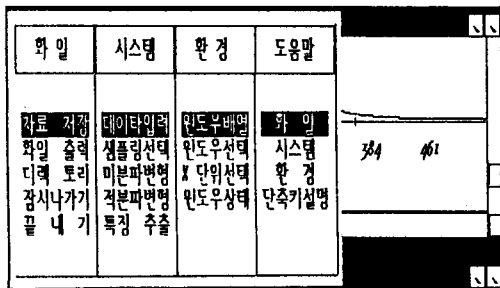


그림 3 화면상에서의 윈도우 메뉴방식. Fig. 3 The window menu form on monitor.

1) 계속조건 설정부

데이터 입력시 시스템의 환경을 설정하는 부분으로써 A/D 변환부의 샘플시간 설정, 데이터 표시부의 그래픽 환경설정, 윈도우 선택 및 윈도우 배열 설정 등을 제어하도록 설계하였다.

2) 데이터 수집부

데이터 수집부는 A/D변환부에서 변환된 온도데이터를 인터페이스부를 통하여 컴퓨터의 화면에 설정된 윈도우에 표시하고, 입력된 데이터는 화일로 저장하는 기능을 한다.

3) 데이터 관리부

데이터 관리부는 새로이 입력되는 데이터 화일의 관리, 이미 화일로 저장된 데이터의 검색, 분석된 데이터 화일의 관리 등의 기능을 한다.

4) 데이터 분석부

데이터 분석부는 입력된 데이터를 여러가지 데이터 처리알고리즘으로 분석하는 기능을 한다. 제공되는 알고리즘은 미분, 적분, 특징추출부로 구성되어 있다.

III 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

1) 썩

썩을 썩혀 90도 되는 건조실에서 5시간 동안 건조시킨 후 분쇄기로 분쇄한 다음 150-200 Mesh의 체로 걸러 통과한 입자를 사용하였다.

2) 성형틀

썩뜸의 형태를 일정한 원추형(내경15mm, 높이 10mm) 규격으로 성형하기 위해 성형틀을 제작하여 사용하였다.

3) 내열판

썩뜸의 연소 실험을 하기 위한 연소장치의 밑판으로써 연소과정에서도 연소되지 않으면서 단열성이 뛰어난 내열판(밀도 : 220 Kg/m³ 이하, 열전도율 : 0.053 Kcal/mh°C at 70± 5°C 이하, 최고 사용온도:1,000°C)을 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 시편 제작

연소 실험의 조건을 애주마다 일정하게 하기 위해서는 애주를 일정한 형상과 중량으로 만들어야 한다. 따라서 원추형의 급형을 제작하여 썩뜸을 중량이 일정하게 원추형으로 제작하였다.

연소는 애주의 밀도에 따라 달라지므로 애주 성형시 썩의 중량을 300mg, 400mg, 500mg으로 달리하여 각각 20개씩 제작하였다.

2) 연소 및 온도계측

연소는 주위 온도가 25°C인 실내에서 실시하였다. 애주의 연소는 연소 위치에 따라 달라지므로 내열 소재로 된 내열판에 위치시켜 연소하였다.

온도계측은 열전대를 연소지점의 중앙부 하단에 위치시켜서 설계한 계속시스템을 통하여 연소온도 데이터를 컴퓨터로 입력하여 화일로 저장한다.

3) 데이터 처리

애주의 종류에 따라 계속된 연소특성 데이터를 분석을 하여야 하는데 일반적으로 썩뜸의 연소는 입열기와 출열기로 구분하여 분석할 필요가 있으므로 계속된 시간에 대한 온도변화 곡선을 미분하여 열 출입속도를 분석할 필요가 있다. 따라서 계속된 데이터를 미분하여 시간에 대한 열의 입 출입 속도곡선을 구하였다.

IV. 실험 결과 및 고찰

1. 실험 결과

실험을 통하여 얻은 애주의 연소 온도특성은 다음과 같다.

그림4, 그림5, 그림6은 애주의 중량이 각각 300mg, 400mg, 500mg에서 시간에 대한 연소온도를 표시한 곡선이고, 그림4-1, 그림5-1, 그림6-1은 연소 온도변화의 시점을 정확하게 알기 위해 미분한 곡선이다.

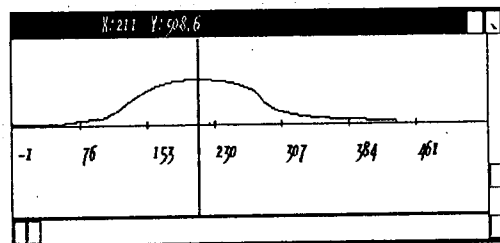


그림 4 300mg 애주의 연소온도 곡선. Fig. 4 The Combustion temperature curve for 300mg cone moxa.

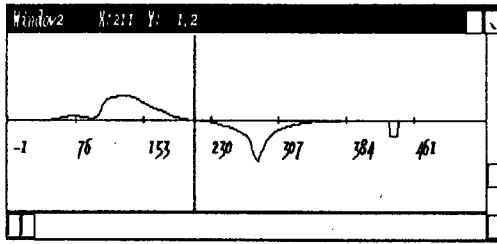


그림 4-1 그림4의 미분 곡선.
Fig. 4-1 The differential curve of fig.4.

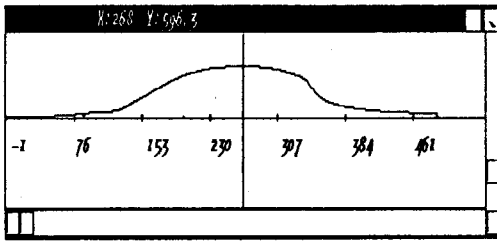


그림 5 400mg 애주의 연소온도 곡선.
Fig. 5 The combustion temperature curve for 400mg cone moxa.

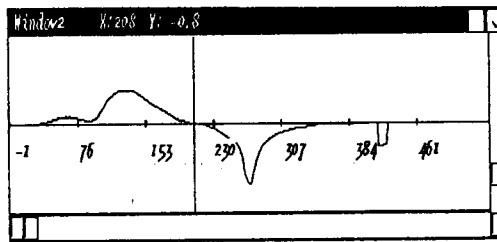


그림 5-1 그림5의 미분 곡선.
Fig. 5-1 The differential curve of Fig.5.

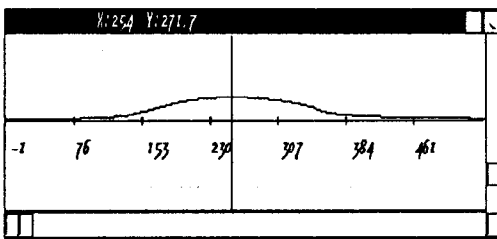


그림 6 500mg 애주의 연소온도 곡선.
Fig. 6 The combustion temperature curve for 500mg cone moxa.

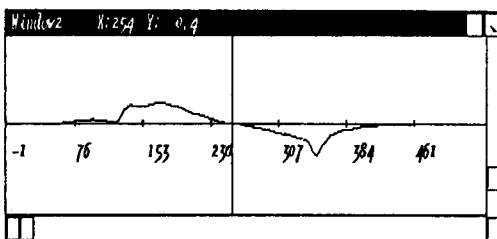
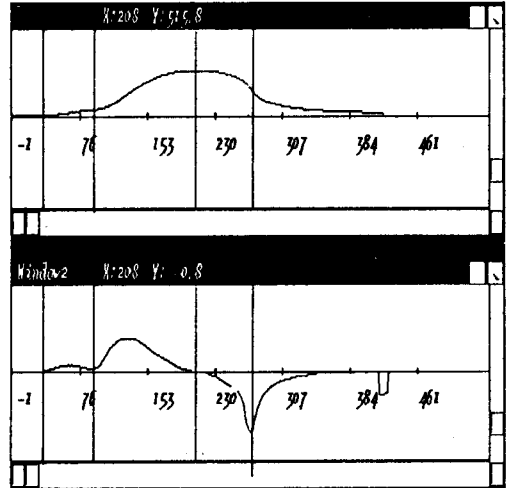


그림 6-1 그림6의 미분 곡선.
Fig. 6-1 The differential curve of Fig.6



가 : 예열기(제1영역) 나 : 가열기(제2영역)
다 : 보온기(제3영역) 라 : 냉각기(제4영역)

그림 7 애주의 연소과정에 대한 시간영역 구분.
Fig. 7 Time domain division for the combustion process of cone moxa.

2. 고찰

실험 결과를 분석, 비교해 보면 애주의 밀도가 클 수록 온도 지속시간이 길고, 밀도가 낮을 수록 승온속도가 빠르고, 또한 냉각속도도 빠름을 알 수 있다. 이것은 애주의 밀도에 따라 산소공급 양이 다르기 때문이다.

그림 7에서 싹뜸의 연소온도는 미분곡선에서 미분값이 0에 가까운 시각(A)을 중심으로 제1-2영역과 제3-4영역으로 구분할 수 있고, 다시 제1영역과 제2영역은 D의 시각을 중심으로 양분되며, 제3영역과 제4영역은 C의 시각을 중심으로 구분할 수 있다. 따라서 총 연소구간은 제1영역, 제2영역, 제3영역 및 제4영역으로 구분되어 연소과정이 이루어짐을 알 수 있다.

이때 제1영역과 제2영역은 애주가 연소되는 과정에서 발생하는 열이 피시술체에 침투되는 입열기(B-A)에 해당하고, 제3영역과 제4영역은 피시술체에 침투된 열이 주위 조건과 평형을 유지하기 위해 열이 방출되는 출열기(A)이후에 해당한다.

입열기는 다시 2구역으로 구분할 수 있는데, 애주의 열이 피시술체에 전달되기 위해 필요한 예열기(B-D)와 애주의 열이 직접 전달되는 가열기(D-A)로 구분되며, 출열기에서는 싹뜸이 연소한 후 방출되는 열이 재에 의해 억제되는 보온기(A-C)와 재가 열의 방출을 억제하는 기능이 상실된 후 열이 주의 실내온도와 평형을 유지하려고 방출되는 냉각기(C 이후)로 구분된다.

본 실험에 의하면 열이 피시술체에 침투되어 온도가 상승하는 예열기와 가열기는 온도상승기에 해당하고, 침투된 열이 방출되어 온도가 하강하는 보온기와 냉각기는 온도하강기에 해당한다. 이때 싹뜸의 열자극은 입열기와 출열기를 포함한 모든 구간에서 이루어 지는 것으로 생각되는데, 입열기에서는 연소과정에서 발생하는 열자극이 직접적으로 관여하여 적극적인 가열자극기에 해당하고, 출열기에서는 연소이후 재의 보온 효과와 피시술체의 열전도도에 의해서 유지되는 열에 의해 이루어지기 때문에 소극적인 가열자극기에 해당한다.

그러므로 인체에서는 출열기에 비해 입열기에서 보다 큰 열 자극을 느낄 수 있으며, 입열기에서도 원만하게 이루어 지는 예열기에 비해 가열기에서 보다 급격한 열 자극을 느끼게 되므로 시간에 따라 열 자극을 느끼는 정도는 차이가 있을 수 있다. 이것은 승온속도와 최고온도, 연소시간에 따라서 자극의 질은 정도에 차이가 있을 수 있다는 것을 의미한다.

따라서 쑥뜸의 연소과정은 애주의 밀도에 따라 예열기와 가열기, 보온기와 냉각기로 구성되는데, 각각의 구간은 독특한 열 자극 특성을 유지하면서 인체에 자극을 줄 것으로 생각된다. 그러나 쑥뜸의 연소특성은 주로 연소온도의 고저와 승온속도, 연소시간의 장단 등에 의해 그 특징이 결정되므로 동일한 가열기에서 연소온도의 고저와 승온속도 및 연소시간이 각각 상이할 경우에는 동일한 자극 열량이라도 자극의 양상이 다를 수 있으며, 결과적으로 자극의 질에 현저한 차이가 있을 수 있다.

따라서 연소 특성을 좀더 심도있게 이해하기 위해서는 연소온도의 고저와 승온속도, 연소시간의 장단 등에 관한 요인들을 분석하여 이해하여야 하며, 그 요인들의 임상적인 효능과 관련성도 앞으로 지속적인 연구 과제라고 본다.

V. 결론

본 연구에는 쑥뜸의 연소특성을 측정하기 위하여 컴퓨터 측정 시스템을 구성하고, 쑥뜸의 연소특성 중 연소온도의 유형을 애주(원추형 쑥뜸)의 중량에 따라 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 연소온도의 유형은 피시술체에 열이 침투되는 입열기와 피시술체에서 열이 방출되는 출열기로 구성되며, 입열기는 다시 예열기와 가열기로 구성되고, 출열기는 보온기와 냉각기로 구성된다.
 2. 이러한 연소 특성들은 애주의 중량에 관계없이 모두 같은 유형을 갖는다는 것을 알 수 있었다. 그러나 연소의 승온속도와 냉각속도는 애주의 밀도가 낮을 수록 빠르고, 보온시간은 밀도가 클 수록 긴 것을 알 수 있다.
- 쑥뜸의 연소 특성은 주로 연소온도의 고저와 승온속도, 연소시간의 장단 등에 의해 그 특징이 결정되므로 연소 특성을 좀더 심도있게 이해하기 위해서는 연소온도의 고저와 승온속도, 연소시간의 장단 등에 관한 요인들의 분석과 그 요인들의 임상적인 효능 및 상호관련성은 앞으로 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 임종국 : 애구의 생체 반응에 관한 문헌적 고찰, 동양의학 2:36-40, 1976.
2. 허덕수, 박인규, 임종국 : 애구의 생체 반응이 신부전에 미치는 영향, 대한침구학회지 9(1):179-192, 1985.
3. 박영배, 강성길 : 의근전도전력 spectrum 침자극저계량화, 국제동양의학학술대회(대중) 1992년 논문집요1, p 154.
4. 박영배, 강성길, 안승철 : 침자극 효과의 근전도전력 스펙트럼 관찰, 대한 침구학회지 9: 9-15, 1992.
5. 박영배, 안승철, 강성길 : 독기상태에 근전도의 전력 스펙트럼 관찰, 대한침구학회지 5: 47-55, 1988.
6. 김강식 : 애구의 용량이 혈청중 효소활성에 미치는 영향, 동양의학, 6:20-26, 1980.
7. 임종국 : 동양의학 구치료의 문헌적 관찰, 동양의학, 2:55-59, 1976.
8. 이호재, 허 용 외 : "한방용 맥파 감측시스템" 대한의용생체공학회 추계학술대회 논문집, p. 66-69.
9. 笹支郎 : "生體信號の 計測 : ハートウエアとシステム" 日本 BME Vol.1, No.10, p.23-28, 1987.
10. 황규섭 : 센서 활용기술, 기전연구사, p.50-63.