

원적외선과 공기이온을 응용한 기능성제품의 생체에의 작용효과와 평가기술

오사카부립산업기술 종합연구소
山本 貴則

1. 첫마디

원적외선의 응용기술은 인체로 부터의 방열과 태양광등 외부로부터의 에너지를 효율적으로 응용하는데 있으며, 이와같은 원적외선을 응용한 제품은 여러가지 다양한 분야에 있어서 개발되고 있다.

특히 세라믹스 가공을 한 섬유제품에서는 세라믹스가 갖고있는 방사특성에 의하여 높은 보온성과 온열효과를 준다고 말하며 건강과 쾌적성에 관한 기능성의 한가지로서 주목되어, 그들의 제품에 의한 생체에의 작용과 효과에 관한 연구가 행하여지고 있다.

또한 근년에는 세라믹스 가공기술을 더욱 응용, 전개하는 것에 따라 치유와 리렉세이션 효과를 가져다 주는 신기능성 소재의 검토와 개발도 행하여지고 있다. 이와같은 새로운 기능성 한가지로 산림과 폭포수등의 주변에 풍부하게 존재하며, 인체에 대하여 상쾌감과 리렉세이션 효과를 준다고 말하고 있는 공기이온(마이너스 이온)이 있다.

공기이온은 작업효율의 개선, 피로회복등 스트레스에 대해서도 진정적(鎮靜的)으로 작용한다고 하는데서부터 레나-드 효과와 전리작용(電離作用)등 공기이온의 발생원리를 응용한 기능성제품도 다수 개발되어, 또한 그들의 발생시키는 공기이온이 중추신경과 자율신경계등에 미치는 작용에 관하여 연구가 행하여지고 있다.^{(1)~(4)}

이와같은 기능성제품에 의한 인체에의 작용과 효과를 객관적으로 평가하기 위해서는 사람의 생리적기능을 잘 알아야 하는것과 함께 인체생리반응에 대한 계측기술과 평가기술을 확립하는 것이 중요하다.

그리하여 여기서는 써-모그래피에 의한 표면피부온도의 계측과 피부온 화상해석, 뇌파해석등의 인체생리반응의 계측기술을 중심으로 원적외선과 공기이온을 응용한

기능성제품의 생체에의 생리적작용과 효과를 검토한 연구사례와 쾌적성에 관련된 고기능성 섬유와 신기능성 제품에 대한 인체생리반응과 평가기술에 관하여 소개한다.

2. 세라믹스를 가공한 섬유제품의 보온성평가

세라믹스를 가공한 섬유제품의 기능성으로서는 온열효과와 보온성의 향상이 기대되고 있다. 이와같은 온열효과와 보온성에 대한 생체로부터의 반응의 한가지로서 인체의 표면피부온도의 변화를 들 수가 있다.

인체와 외부와의 열교환은 대부분이 피부에서 행하여지고 있는 것으로 부터 피부온도는 체온조절에 있어서 중요한 의미를 갖는다고⁽⁵⁾ 되어 있으며 또한 외부의 변화에 반응하여 크게 변하게 되는 것이다.

여기에서 인체로부터 방사되는 적외선 에너지를 계측하여 표면의 온도분포를 열화상으로서 표시할 수가 있는 써-모그래피를 사용하여 인체의 피부온도의 변화를 계측하여 세라믹스를 가공한 섬유제품에 의한 생체에의 보온성과 온열작용에 관하여 비교·검토를 행하였다.

2-1. 실험

환경온도 24°C의 항온실에서 서로 다른 2종류의 섬유소재 (세라믹스의 가공 및 미가공)세타를 약 20분간 착용하여 착용전, 탈의 직후, 탈의 1분후, 3분후의 장등이부의 피부온도를 써-모그래피에 의하여 측정하였다. 측정장치는 써-모그램(적외선 방사 온도계 6T62 NEC 상애이 제품)을 사용하였다.

2-2. 결과

그림 1, 2는 2종류의 시험 세-타(세라믹스 가공과 미가공)를 20분간 착용한다음, 탈의한 직후의 표면 피부온도를 계측한 써-모그램이다.

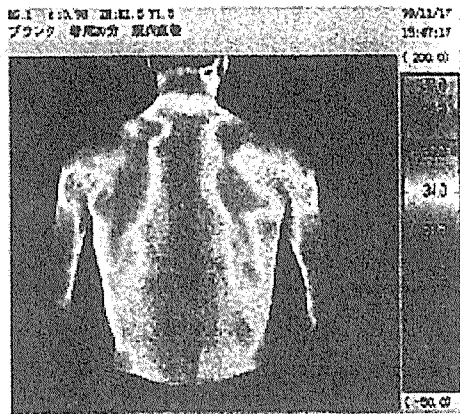


그림 1 브랭크(미가공)세-타 착용후의 피부온도의 변화

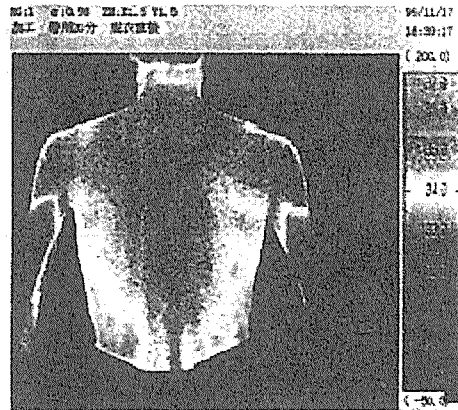


그림 2 가공 세-타 착용후의 피부온도 변화

미가공 세-타(표-1)에 비하여 가공 세-타(표-2)에서는 어깨부위로 부터 장등이부(背中部)의 상부(上部)의 피부온도가 높아지고 있는 결과를 볼 수가 있었다. 여기서 착용에 의한 피부온도의 변화를 구하기 위하여 장등이부의 특정영역에 관하여 온도해석을 행하여 평균피부온도를 구한 결과를 표-1에 표시한다.

또한 표-3에서는 착용전의 평균피부온도의 상태를 0베이스로서 산출한 변화율의 결과를 표시하였다. 그냥 맨 몸 위에 세-타만을 착용하여 24℃의 환경실내에서 안정적으로 행하였기 때문에 외부의 열손실이 크게 되어, 세-타를 착용하고 있는데도 불구하고 결과적으로 피부온도가 내려갔다고 생각이 된다.

한편, 가공 세-타의 착용에 있어서는 탈의직후에 높은 피부온도를 표시하여 탈의 3분후의 피부 온도에 있어서도 착용전보다 높은 수치를 나타내는 결과로 측정되었다.

표1. 장등이 부위의 평균 피부온도

	미가공	가공
착용전	34.3	34.0
탈의직후	34.2	34.7
탈의 1분후	34.0	34.5
탈의 3분후	33.8	34.3

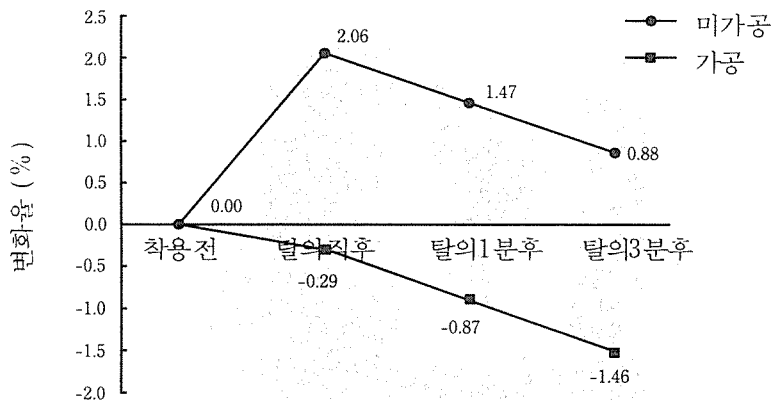


그림 3. 가공·미가공 세-타 착용에 의한 장등이 부위의 피부온도의 변화율

3. 공기이온에 의한 작용과 생리적 기능의 계측

마이너스 이온에 의한 생체에의 효과로서는 표-2와 같은 작용이 있다고 말할 수 있다.⁽⁶⁾ 이와같은 마이너스 이온에 의한 생리적인 작용에 관하여 의학적인 분야로부터 검토한 연구는 이전부터 존재하였다. 그러나 최근에는 인간공학적인 분야로부터 마이너스 이온 환경에 있어서의 뇌파와 혈압등의 생리반응을 계측하여 인간의

쾌적감과 릴렉스 효과를 정량적으로 평가·검토한 연구가 다수 행하여지게 되어 주로 신경계에의 작용과 작업효율의 향상, 피로의 경감등이 보고 되어지고 있다.^{(1)~(4)}

표 2. 공기이온의 생리적 작용효과⁽⁶⁾

작 용 점	마 이 너 스 이 온	프 러 스 이 온
작용의 일반적 개념	진정적: 최면, 진통, 진해, 진정, 재한, 식욕증진	자극적: 불면, 두통, 두중, 온감, 불쾌감
혈 압	강 하	상 승 (항진)
맥 박	감 소	증 가
호 흡	진정, 감소	촉 진
심장기능	처음감소, 후 증대	촉 진
모세혈관	확 장	수 축
자율신경기능	부교감(미주) 신경의 긴장성의 경향	교감신경의 긴장성의 경향
피로	회복촉진	회복지체

3-1. 진기 발생기(眞氣發生機)에 의한 생리반응의 변화

진기(眞氣)란 중국의 고대의학서에 있는 말이며 마이너스 이온을 많이 포함한 다습의 청정공기를 지칭하는 것이다. 여기서는 마이너스 이온화 된 공기를 발생시킬 수 있는 가습공기 정화기(이하 전기발생기라고 약칭한다)에 의한 공기중의 마이너스 이온량을 조정한 실내환경에 있어서 뇌파와 심박 변동등의 생리반응을 측정하여 그들의 변화로부터 마이너스 이온량에 대하여 릴렉스 효과(유면(誘眠), 집중)에 관하여 검토를 행하였다.

3-2. 실험

생체신호의 측정과 해석은 생체신호 처리장치 DP 1100(NEC 상애이 제품)을 사용하였다. 실험은 진기발생기(수적(물방울)을 주위의 망에 부딪히게 함에 따라서 미입자에 분열시켜서 마이너스 이온을 발생)를 설치한 환경실에서 행하였다.

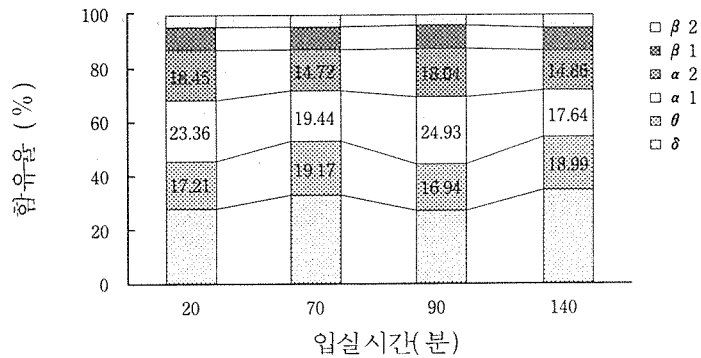
환경실은 25℃, 습도 60%로 조절하여 발생기내에 있는 탱크에의 주수(注水)의 유무에 의하여 마이너스 이온량이 약 4000개/cc전후의 상태와 약 200개/cc 전후의 상태로 조정을 행하였다. 피험자는 환경실내에 좌위(座位)에 의한 안정상태로 약 140분간 입실하여 실험계획에 따라 뇌파와 심박변동등의 생체신호를 측정하였다. 또한 도중에 간단한 산술(수학)작업에 의한 정신적 부담을 줌에 따른 안정상태를 유지하는 상태와 정신작업을 부하한 후의 상태를 생리반응계측을 행하여, 릴렉스 효과(유면, 집중)에 관하여 비교·검토를 행하였다.

3-3. 결과

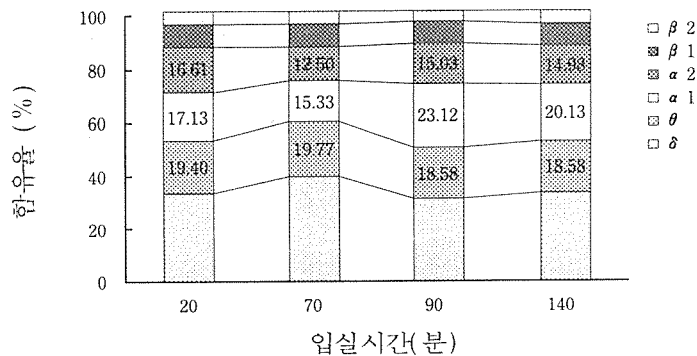
여기서는 뇌파와 심박변동성에 관하여 설명한다. 뇌파의 주파수 해석에 의한 방법은 평균적인 뇌의 활동성을 평가하는 수법으로서 이용된다.⁽⁵⁾

통상 각성적이고 안정적인 상태에 있을 때에는 10Hz 전후의 α 파가 후두부 우위에 출현하여 개안(開眼)과 정신적 긴장, 흥분상태에 있는 경우에는 감쇄된다고 되어있다. 그때문에 α 파를 각성하고 안락한 상태(릴렉스하고 집중적인 상태)의 지표로서 이용되고 있다.

여기에서 그림 4에서는 입실시간에 대한 뇌파의 주파수대역의 함유율 변화를 나타내었다. α 파(α_1 또는 α_2)의 변화에서는 입실 90분의 정신작업직후 까지 이온량 200개/cc 쪽이, 이온량 4000개/cc에 비하여 높은 치를 나타냈다. 그러나, 정신작업후의 안정상태(입실 140분)에서는 이온량 200개/cc에서의 비율이 감소한것에 반하여 이온량 4000개/cc에서는 그리 변화가 보이지 않고 정신작업 전보다도 높은 치를 나타냈다. 또한 정신적 부담이 없을때와 수면등의 상태에서보다 많이 나타난다고 말하고 있다.⁽⁸⁾ θ 파는 이온량 4000개/cc 쪽이 입실 20분의 측정시로부터 높은 비율을 나타내는 경향을 볼 수 있었다.



이온량 200개/cc의 상태의 뇌파주파수 성분의 함유율



이온량 4000개/cc의 상태의 뇌파주파수 성분의 함유율
도-4 뇌파의 각 주파수 대역에 있어서의 함유율의 변화

다음은 심전도로 부터 산출된 R-R간격의 변동계수(CV_{R-R})의 평균치를 그림 5에 표시하였다. 심전도(心電圖)파형에 나타나는 R파의 간격변동은 자율 신경계의 기능을 반영하는 것이 변동계수(CV_{R-R})가 클 경우에는 부교감 신경계가 우위에 있다고 표시되며, 작을 경우에는 교감신경계가 우위이거나 자율신경계(교감신경계와 부교감신경계)가 억제된 상태에 있을 가능성이 있다고 되어 있다.

작업부하전의 안정상태에서는 이온량에 관계없이 입실시간의 경과에 수반하여 CV_{R-R} 의 치가 크게 변화하는 경향을 볼 수가 있다. 이들의 결과로 부터 안정상태를 유지한 입실 70분에서는 부교감신경이 우위에 작용하였고 그 후의 입실 90분의 정신작업직후에서는 교감신경이 우위로 작용하였거나 자율신경계가 억제된 상태에 있다고 사료된다.

한편 정신작업 직후(입실 90분)에서는 이온량 200개/cc에 비하여 이온량 4000개/cc에서 높은 수치를 나타냈으며 통계적으로 유의한 차를 볼 수가 있었다. 또한 정신작업후의 안정상태 (입실 140분)에서는 이온량 200개/cc로 다시 CV_{R-R}가 증가하는 경향이 보여졌지만 이온량 4000개/cc에서는 거의 일정한치를 나타냈다.

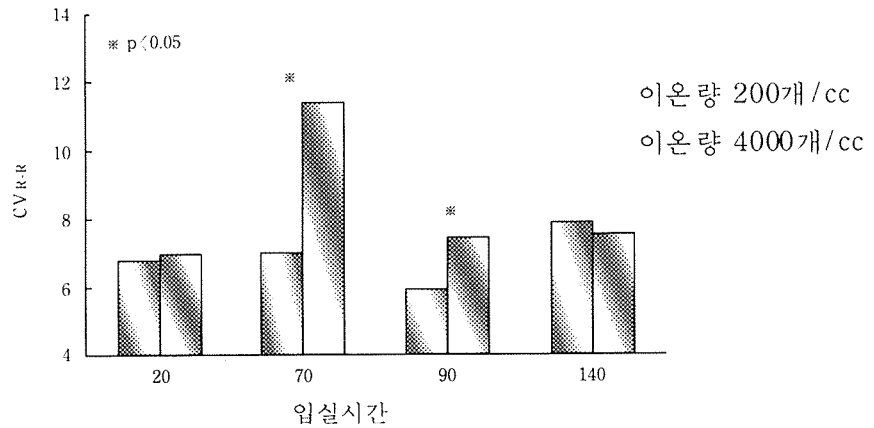


그림 5. 심박변동 계수 (CV_{R-R})의 변화

4. 결론

원적외선과 공기 이온을 응용한 기능성 제품의 생리적 작용과 효과에 관해서 생리적 반응과 심리적 작용등으로부터 검토한 연구사례를 소개하였다.

금회의 연구사례에서는 생리반응과 관능평가에 있어서는 개체차의 영향에 의한 변동이 컸으며 검사자에 따라 결과가 다른 경우도 볼 수가 있었다.

금후 이와같은 쾌적성에 관련된 고기능성 섬유와 신기능성제품에 대한 인체생리반응과 작용효과를 객관적이고 정확하게 평가·검토하기 위해서는 더욱더 많은 생리반응계측을 행하면서 생리적, 심리적인 작용을 검증할 필요가 있다고 생각된다. 이번의 보고가 인체반응에 대한 계측기술과 평가기술의 확립과 기능성 제품의 개발과 효과의 검증에 활용된다면 다행으로 생각한다.