

종이구조 및 무기충전제가 종이의 단열특성에 미치는 영향

성용주 · 허민행 · 정현석¹ · 이지영^{2†}

접수일(2014년 8월 16일), 수정일(2014년 8월 22일), 채택일(2014년 8월 25일)

Effects of the Structure and the Inorganic Filler Type on the Heat Insulation of Paper

Yong Joo Sung, Min-Heang Heo, Hyun-Seok Chung¹ and Ji-Young Lee^{2†}

Received August 16, 2014; Received in revised form August 22, 2014; Accepted August 25, 2014

ABSTRACT

The packaging with environment-friendly materials become more important issue since the concern for the environment and the disposal of waste such as the packaging materials has increased. Although the paper based packaging such as corrugated box are widely used as a typical environment-friendly packaging stuff, the heat insulation properties of paper packaging did not get many attention. In this study, the heat insulation properties of paper were deeply evaluated to improve the functional properties as packaging material of the cold storage goods. The simple device for evaluating the heat insulation of paper product was developed. Subsequently, the changes in the heat insulation depending on the paper structure and the addition of the inorganic fillers were investigated by using the instrument. The higher basis weight and the less beating time resulted in the bulkier structure and the less efficiency of heat transfer. The addition of the perlite powder as a filler resulted in the great increase in the heat insulation, although the addition of the calcium carbonate decreased the heat insulation potential of paper.

Keywords: Packaging, heat insulation, corrugated box, perlite, calcium carbonate

• 충남대학교 농업생명과학대학 환경소재공학과(Dept. of Biobased Materials, College of Agriculture and Life Science, Chungnam Natl. Univ., Daejeon, Korea)

1 (주) 삼기(Samgi Co., Ltd., 15 Beongil, Gonjiam-eup, Gwang Ju-Si, Gyeonggi-Do, Korea)

2 경상대학교 환경재료과학과/농업생명과학연구원(Dept. of Environmental Materials Science/IALS, Gyeongsang National Univ, Jinju, 660-701, Korea)

† 교신저자(Corresponding Author): E-mail: papyryj@gnu.ac.kr

1. 서론

물류 및 유통산업은 국가 간 자유무역 확대와 사회 발전에 따른 지속적인 수출입 물류 증가와 국내적으로 산업활동의 다변화와 인터넷쇼핑 등을 바탕으로 한 택배물량의 지속적 증가 등으로 꾸준한 성장세를 보여 주고 있고, 이에 따른 포장소재에 대한 수요도 계속적으로 증가하는 추세이다.¹⁾ 또한 개인중심의 바쁜 일상 생활들이 중심이 되는 사회 환경 및 생활문화의 변화는 다양한 일회용 포장소재의 수요를 더욱 증가시키고,²⁾ 이러한 포장소재는 식품, 생활용품을 포함한 거의 대부분의 상품유통을 위한 소재로서 산업발전과 더불어 새로운 기능성과 경제성을 확보하기 위하여 지속적으로 개발 및 활용되고 있다.

농축산물 등의 신선식품류도 시장개방에 따라 국내외에서 수출입이 더욱 증가되고 있는 추세이며 이와 함께 신선식품류의 신선도에 대한 소비자의 관심도 더욱 커지고 있다. 또한 신선식품의 유통기한의 증가는 상품의 경제성에 직접적인 영향을 미치기 때문에 신선도 유지를 위한 포장소재개발 연구들도 활발히 이루어져 왔다. 이러한 농산물의 신선도 유지는 온도³⁾ 및 수분 등에 직접적인 영향을 받는데 Park 등은 4℃와 10℃에서 토마토를 보관하여 품질 변화를 비교평가 하였고 실제 상대적으로 높은 온도인 10℃일 때 토마토의 품질저하가 크게 발생됨을 보고한바 있고,⁴⁾ 느타리버섯⁵⁾ 및 딸기⁶⁾ 등의 경우에도 저장온도의 변화 등에 의해 품질의 변화가 발생하는 연구결과들이 보고된 바 있다.

이렇게 과·채류를 포함한 다양한 신선식품과 패스트푸드 등의 경우에 유통 중 온도변화 등은 실제 제품의 신선도 등에 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서 적절한 단열특성을 가진 포장소재의 개발은 유통과정 중 변질을 막고 제품의 상품성을 좀 더 오랫동안 지속시켜 경제성을 향상시킬 수 있는 매우 중요한 과제라 할 수 있다. 발포스티로폼으로 대표되는 단열포장재의 경우 높은 단열성 및 방수성 등의 물성이 우수하지만 사용 후 여러 가지 환경오염 등을 발생시킬 수 있기 때문에 친환경적 소재기반의 단열포장소재는 많은 관심의 대상이 되고 있다. 그러나 이와 관련하여 현재 대표적인 친환경 포장소재인 지류제품의 단열특성과 열전달특성 등에 대한 체계적인 연구결과들은 거의 보고된 바가 없

는 실정이다. Lee 등은 온·습도 변화에 따른 과채류 포장용 골판지상자의 물성변화에 대한 연구들을 수행했지만⁷⁾ 실제 골판지 상자의 원지 등에 의한 단열성 변화 등은 평가된 바 없다.

따라서 본 연구에서는 포장소재로서 종이의 구조 및 원료변화 등에 따른 단열특성 변화 등에 대하여 알아보았다. 기존의 열전달율 측정방법 등은 정확한 물질의 열전달율의 측정이 가능하지만 고가의 장비를 기반으로 하고 측정방법이 상대적으로 복잡하기 때문에 본 연구에서 종이와 같이 두께가 얇은 판상물질의 열전달특성의 손쉬운 평가를 위한 장치를 개발하고 이를 이용해 종이 제조 공정에 따른 종이구조변화가 종이의 열전달특성에 미치는 영향과 탄산칼슘과 같은 무기충전제들의 첨가가 각각 미치는 영향을 분석함으로써 향후 종이의 단열특성 조절을 위한 기본 자료를 확보하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

본 연구에서 사용된 공시펄프는 활엽수 수종인 칠레산 유칼립투스 BKP(bleached kraft pulp)를 적용하였고, 단열특성과 관련된 영향성을 평가하기 위하여 적용한 무기충전제로는 한국 오미아사에서 분양받은 탄산칼슘(Omya Korea), 충남 보령 화력 발전소에서 분양 받은 저회(bottom ash), 충남 삼표산업 당진공장에서 분양 받은 비회(fly ash) 및 펄라이트(Hyosung-bio, Korea)를 75~200 mesh로 분급하여 미세분과 거대입자를 제거한 후 본 실험에 적용하였다. 본 실험에서는 새로 개발된 측정 장치를 사용하여 단열성을 평가하였는데 이때 사용된 측정 장치의 신뢰성 검증을 위하여 표준시료를 적용하였고, 이때 표준시료로는 두께 10 mm의 고무 판, 실리콘 판, 우레탄 판(Hose-world, Korea)을 사용하였다.

2.2 실험 방법

2.2.1 수초지 제조

활엽수 표백 크라프트 펄프(HwBKP)를 실험실용 밸리 비터(valley beater)를 적용하여 TAPPI Standard T 200 om-89에 의거하여 30분간 해리 후에 KS MISO 5269-1에 의거하여 수초지를 제조하였다. 이때 평량

에 따른 영향을 평가하기 위해 각각 평량 60 g/m², 120 g/m², 180 g/m²으로 수초지를 제조하였으며, 고해처리 에 의한 수초지의 특성변화를 통해 단열특성 변화를 관찰하고자 고해시간을 10분과 20분 각각 처리하여 평량 120 g/m²를 수초지 시료를 제조하였다. 종이의 밀도 변화에 따른 특성을 알아보기 위하여 실험실용 고압축 압착탈수 장치를 사용하여 초지 후 수초지를 각각 600 Kg/cm, 1200 Kg/cm, 1800 Kg/cm의 선압으로 1차, 2차 동일하게 압착탈수하여 시료를 제조하였다.

충전제의 첨가에 따른 영향을 평가하기 위하여 탄산칼슘, 저회, 비회, 펄라이트를 각각 10%, 20%, 30% 내 첨하여 수초지를 제조하였고 양이온성 PAM을 전건대비 0.1%를 보류제로 사용하여 평량 120 g/m²의 수초지를 제조하였다.

2.3 측정 방법

2.3.1 종이의 단열성 측정 장치 설계

포장재의 열전달은 포장재 내·외부의 열이 포장재를 통해 전도되어 이루어지기 때문에 본 연구에서는 대류나 복사에 의한 열전달보다는 포장재 매질에서의 전도에 의한 열전달 특성에 대하여 분석하여 보았다. 포장재의 열전달은 소재의 열전도율, 밀도(기공도) 등에 의해 크게 영향을 받는데 순수한 물질로서의 각 물질의 열전도율은 분자의 구조 및 배열 등 고유의 물질특성에 의해 결정되어지기 때문에 각 물질별 고유의 물리적 특성이라 할 수 있다. 온도 20℃에서 구리는 372 W/mk로 매우 높은 반면 목재의 경우 0.4184 W/mk로 낮고 분자간 간격이 매우 넓어서 단열성이 우수한 공기의 경우

0.0257 W/mk로 매우 낮기 때문에 물질내 공극의 존재 여부에 따라 이러한 열전도율은 크게 달라지게 된다.

실제 포장재 및 건축재 등 사용되는 자재들은 대체로 다양한 물질들로 재구성된 복합소재의 경우가 많기 때문에 각 재료들의 열전도도 측정은 활용용도에 따라 적절한 표준방법이 제시되어 왔다. 현재 한국 산업규격에서는 정상상태 측정법(KS L 9016 보온재의 열전도도 측정방법), 비정상 열선법(KS L 3306 열선법에 따른 내화 벽돌의 열전도도 측정), 레이저 플래시법(KS L 1604 단일체 세라믹스의 레이저 플래시법에 의한 열확산률, 비열용량, 열전도도 측정방법) 세 가지 측정방법에 대한 규격이 정해져 있다. 정상상태 측정법과 비정상열선법의 경우에는 시험체의 두께가 일정수준 이상이 되어야 하는 단점이 있고 레이저 플래시법의 경우 열확산계수를 측정 후 시험체의 비열과 밀도값을 통해 열전도도를 계산하는 방법으로 시험체의 정확한 비열과 밀도를 알아야 하는 한계가 있다.

따라서 본 연구에서는 직접적인 방법 즉, 일정 온도의 열판에 접촉한 후 이면에서의 온도변화를 평가하는 방법으로 종이와 같이 박판의 소재를 평가할 수 있는 방법을 개발하였다. 특히, 실용적인 방법으로 열 접촉에 의한 열전달속도 변화를 상대적으로 간단하게 측정할 수 있는 열전도도 측정 장치를 개발하여 향후 다양한 포장재의 단열정도를 간단하게 평가할 수 있도록 장치를 설계 및 제조하였다.

본 연구에서 개발된 열전달 측정 장치(heat flow meter, HFM)는 Fig. 1에서 보이는 바와 같이 열류계 방식의 센서를 적용하여 일정온도의 열판에 접촉한 시료

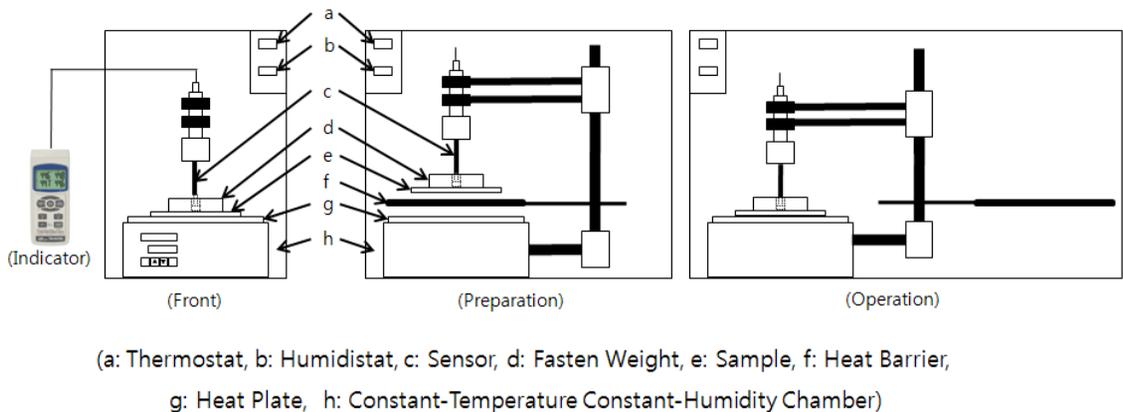


Fig. 1. Schematic diagram of heat flow meter(HFM) for paper products.

의 표면온도변화를 시간변수로 측정하여 열전도율을 평가하는 장치이다. 열판으로는 최종온도가 380℃까지 가능 하며 ±1℃ 정확도를 갖는 Heating Board(Misung HS180, Korea)를 적용하였고 시료와 열판의 고르고 안정된 접촉을 위해서 시료를 눌러 주어 열판과의 접촉을 유지해주는 무게 판을 적용하였다. 이때 무게 판의 가운데 부분은 시료의 표면온도를 측정하는 센서가 위치할 수 있도록 원형으로 잘라내고 제조하였다. 온도 범위가 -50℃에서 700℃까지 측정이 가능한 접촉식 온도 센서(Tenmirs TP-02, Taiwan)를 이용하여 측정하고 측정 데이터는 indicator(Lutron TM947SD, Taiwan)를 통해서 수집하여 온도의 변화를 평가하였다.

2.3.2 단열특성 측정 방법

시료의 단열특성 평가를 위하여 KS M 7012에 따라서 온도 20±2℃ 상대습도 65±2%인 항온 항습 실에서 8시간 이상 조습처리한 후 시료를 열판에 접촉시키며 시료표면에 온도 센서를 부착하였다. 이후 표면온도를 100℃로 조정된 열판 위의 복사열 방지 판을 제거하면서 시료를 고정 추와 함께 열판에 접촉시키면서 시간에 따른 시료표면의 온도변화를 측정하였다. 모든 실험은 3반복하여 평균값을 구하여 비교 평가하였다. 또한 열전달을 통해 시료의 표면온도가 80℃ 까지 도달하는데 걸리는 시간을 비교하여 열전달속도를 나타내는 지표로 활용하였다. 각각의 시료는 시료의 특성에 따라 일정시간 이후 표면온도가 더 이상 변화되지 않는 시점에 도달하게 되는데 이때 시료의 온도를 최종온도(Max. Temp.)라 표시하고 이때까지 소요되는 시간을 최종시간(Max. Time)이라 표시하여 시료 간 열전달 특성을 비교 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 표준시료의 단열성 평가

균일한 물질 특성을 가진 표준 고무판, 우레탄 판, 실리콘 판 시료를 이용하여 본 실험 장치의 열전달 특성 분석 신뢰성을 평가하여 보았다. 실제 각 표준시료의 열전도도는 M사에 의뢰하여 ASTM D5470에 의한 열평형법을 이용하여 각각의 실제 열전도도를 측정하였고, 그 값은 Table 1에 나타내었다. Fig. 2 은 본 실험의

측정 장치를 이용하여 표준시료의 열전달 정도를 비교한 결과이다. HFM의 경우 2 가지 인자로 시료의 단열특성을 평가할 수 있는데 첫째 인자로는 Fig. 2 (A) 그래프와 같이 일정 시간 후에 도달하는 표면의 최고온도이다. 물질자체의 열전도도와 물질과 표면에서 소모되는 열에너지로 인해 100℃의 열판과 접촉하였지만 제품의 표면이 도달하는 최고 온도는 각 시료별로 다르게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이러한 이면의 최고온도는 고유한 그 제품의 물질적 구조적 특징의 하나가 될 수 있을 것으로 판단되었다. 두 번째 인자로는 일정온도에 도달하는데 소요되는 시간으로 단열특성을 나타내는 인자로서, 현재 본 연구에서는 80℃를 기준온도로 하여 평가하였다. Fig. 2 (B) 그래프에서와 같이 물질의 열전도도 및 두께의 차이로 인해 열전달을 차이가 뚜렷하게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. Table 1에서 정리된 바와 같이 본 연구에서 개발된 열전달 측정 장치 HFM은 시료의 두께와 열전도도의 차이로 발생하는

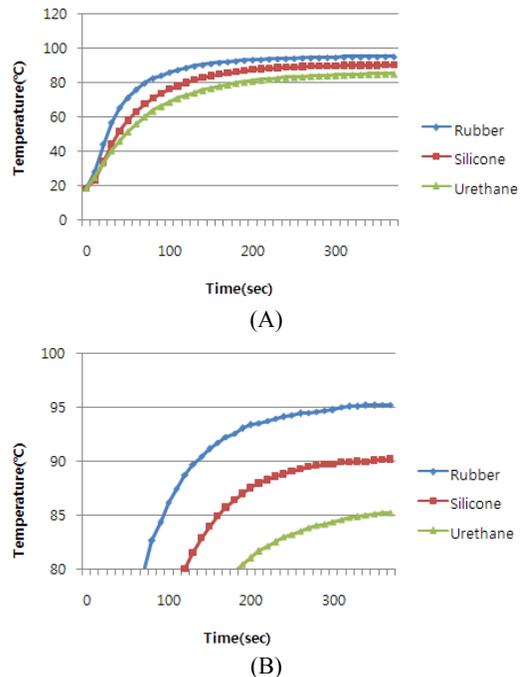


Fig. 2. The surface temperature changes of standard materials depending on contact time. (A: The overall graph to check the Max. Temp. depending on the sample type, B: The partial graph of the difference in time to reach 80 ℃)

Table 1. The thickness, the maximum temperature, thermal conductivity of the standard samples

Standard sample	Thickness (μm)	Max. surface temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Thermal conductivity (W/mk)
Rubber	1150	95.3	0.729
Silicone	1330	90.2	0.296
Urethane	1320	85.3	0.228

단열 및 열전달의 변화를 최고 도달 온도(Max. Temp.) 및 기준온도 도달 시간 두 가지 측정치를 통해 평가할 수 있는 것으로 확인할 수 있었다. 실제 수초지의 평가에서 시간측정은 매 10초 단위로 평가하였다.

3.2 종이의 열전달 특성 평가

3.2.1. 종이의 평량이 열전달 특성에 미치는 영향 평가

BKP를 사용하여 60 g/m^2 , 120 g/m^2 , 180 g/m^2 평량으로 각각 수초지를 제조한 후 열전달 특성의 변화를 평가하였다. Fig. 3은 본 측정 장치를 통해서 측정된 표면의 온도 변화를 보여주고 있는데, 평량이 증가함에 따라서 기준 시간까지 도달하는 시간이 길어지고, 최종 도달 표면 최고온도(maximum surface temperature, MST)가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 제조된 수초지의 구조적 특성과 실제 열전달 측정 장치에서의 최종 온도와 기준온도 도달 시간의 상관관계를 Table 2에서 나타

내었다. 수초지 제조 시 평량이 증가함에 따라 종이의 두께와 벌크가 커지고 이에 따라 열전달 정도를 낮추는 것을 확인할 수 있다. 특히 평량 60 g/m^2 과 120 g/m^2 의 최종 온도 차이보다는 120 g/m^2 과 180 g/m^2 사이에서의 최종온도 차이가 높게 나타나는 것을 통해 평량에 의한 열전달 특성의 변화는 고평량에 더욱 크게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

3.2.2 고해에 따른 종이 열전달 특성변화

섬유특성 변화로 인한 영향을 평가하기 위하여 표백 크라프트 펄프의 고해를 10분, 20분 진행하고 수초지를 제조한 후 표면 최고온도의 변화 및 기준온도 도달 시간을 평가하여 Fig. 4에 나타내었다. Table 3에 정리된 바와 같이 고해가 진행됨에 따라 수초지의 밀도가 증가하면서 열전달 특성이 변화되었고 실제, 표면최고온도가 높아지고 기준온도 도달시간도 짧아지는 것을 확인할 수 있었다.

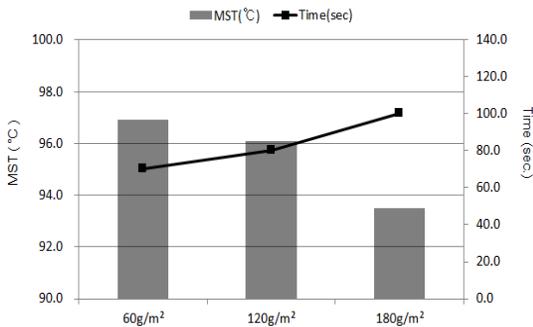


Fig. 3. The surface temperature changes depending on basis weight.

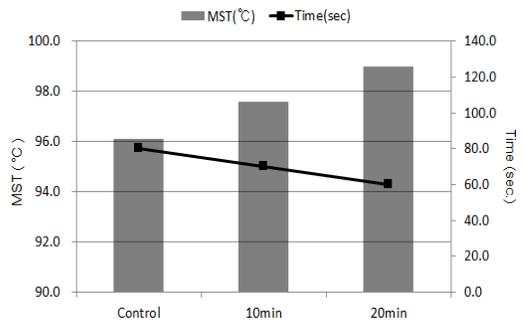


Fig. 4. Changes in heat transfer properties depending on the refining time.

Table 2. Measurement of mechanical property according to basis weight

Basis weight (g/m^2)	Thickness (μm)	Density (g/cm^3)	Max. surface temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Time to reach to 80°C (sec.)
60	128.4	4.9	96.9	70
120	228.4	5.6	96.1	80
180	343.1	5.7	93.5	100

Table 3. Sample sheet properties depending on the refining time

Beating conditions	Weight (g)	Thickness (μm)	Density (g/cm^3)	Max. surface temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Time to reach to 80 $^{\circ}\text{C}$ (sec.)
No beating	2.6	222.6	5.8	96.1	80
10 min	2.5	181.8	7.0	97.6	70
20 min	2.5	161.8	7.9	99.0	60

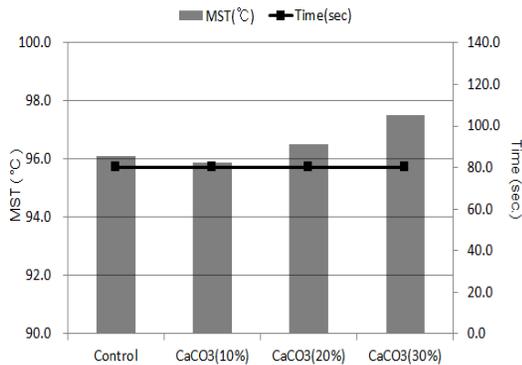


Fig. 5. Changes in heat transfer properties depending on the addition amount of CaCO₃.

3.2.3 CaCO₃ 첨가에 따른 열전달특성 변화

충전제에 의한 열전달 특성을 평가하기 위하여 CaCO₃의 첨가량을 변화시키며 열전달특성의 변화를 평가하여 Fig. 5와 Table 4에 나타내었다. CaCO₃ 첨가량이 증가할수록 수초지의 밀도는 상승하였고 이에 따라 최종도달 온도가 증가하였지만 기준온도 도달 시간에서는 유의한 차이가 나타나지 않는 것을 볼 수 있었다.

Table 4. Sample sheet properties depending on the addition amount of CaCO₃

Type	Weight (g)	Thickness (μm)	Density (g/cm^3)	Max. surface temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Time to reach to 80 $^{\circ}\text{C}$ (sec.)
Control	2.6	230.9	5.6	96.1	80
CaCO ₃ (10%)	2.5	222.8	5.6	95.9	80
CaCO ₃ (20%)	2.6	226.1	5.7	96.5	80
CaCO ₃ (30%)	2.5	213.2	5.9	97.5	80

Table 5. Sample sheet properties depending on the addition amount of fly ash

Type	Weight (g)	Thickness (μm)	Density (g/cm^3)	Max. surface temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Time to reach to 80 $^{\circ}\text{C}$ (sec.)
Control	2.6	230.9	5.6	96.1	80
Fly ash (10%)	2.5	260.6	4.8	93.1	90
Fly ash (20%)	2.5	270.6	4.7	93.6	80
Fly ash (30%)	2.5	278.1	4.5	93.6	90

3.2.4 비회(fly ash) 첨가에 따른 열전달특성 변화

비회(fly ash)를 첨가하였을 때 열전달 특성 변화를 Table 5에 나타내었다. 비회(fly ash) 첨가에 의해 지필의 벌크가 상승함에 따라 최종도달온도는 다소 감소하는 것을 볼 수 있었지만 열전달속도 등의 유의한 변화는 나타나지 않았다.

3.2.5 저회(bottom ash) 첨가에 따른 열전달특성 변화

비회(fly ash)에 비해 비중이 높은 저회(bottom ash)를 첨가하여 경우에 나타나는 열전달특성 변화를 Table 6에 나타내었다. 저회(bottom ash)의 첨가에 따라 종이의 두께가 두꺼워지며 밀도가 감소하는 것을 볼 수 있는데 이러한 영향에 의해 열전달에 의한 최종도달 온도는 감소하는 것을 볼 수 있었다. 또한 기준온도 도달시간도 상대적으로 증가하는 것을 볼 수 있었지만 첨가량별로 큰 차이를 나타내지 않았다.

3.2.6 펄라이트 첨가에 따른 열전달특성 변화

경량의 다공성 무기소재인 펄라이트 분말을 충전제

Table 6. Sample sheet properties depending on the addition amount of bottom ash

Type	Weight (g)	Thickness (μm)	Density (g/cm^3)	Max. surface temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Time to reach to 80 $^{\circ}\text{C}$ (sec.)
Control	2.6	230.9	5.6	96.1	80.0
Bottom ash (10%)	2.5	264.7	4.8	95.6	100.0
Bottom ash (20%)	2.5	273.6	4.6	95.5	100.0
Bottom ash (30%)	2.5	282.9	4.4	94.2	100.0

Table 7. Sample sheet properties depending on the addition amount of perlite

Type	Weight (g)	Thickness (μm)	Density (g/cm^3)	Max. surface temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Time to reach to 80 $^{\circ}\text{C}$ (sec.)
Control	2.6	230.9	5.6	96.1	80.0
Perlite (10%)	2.5	290.2	4.3	92.8	100.0
Perlite (20%)	2.5	302.0	4.2	92.3	110.0
Perlite (30%)	2.5	320.3	4.0	92.4	110.0

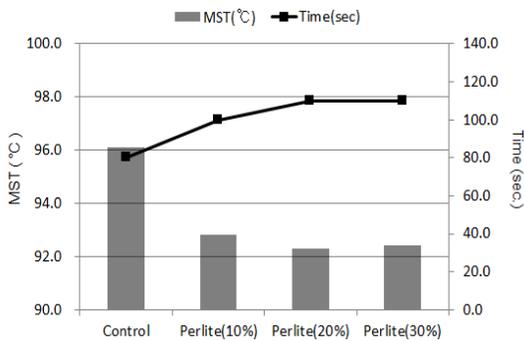


Fig. 6. Changes in heat transfer properties depending on the addition amount of perlite.

로 첨가하고 그 영향성을 평가하였다. Table 7에서 보는 바와 같이 펄라이트 분말의 첨가는 종이의 두께를 크게 증가시켜 밀도의 감소를 가져오는 데 이러한 영향에 의해 최종도달온도가 감소하고 기준온도 도달시간이 증가하는 효과가 나타나는 것을 알 수 있다(Fig. 6). 이러한 결과들은 다공성 펄라이트 분말의 첨가를 통해 종이의 단열성을 향상시킬 수 있음을 보여주는 결과라고 할 수 있다.

4. 결론

친환경 포장소재에 대한 수요 증가와 산업발전에 따른 물류 및 포장의 증가 등은 친환경적이고 경제적인

포장소재인 지류포장재에 대한 관심 및 중요성을 더욱 확대시키고 있다. 실제 신선식품류 등의 유통 등에서 포장소재의 단열특성은 매우 중요한 품질 요소이기 때문에 본 연구에서는 종이의 단열특성에 영향을 미치는 공정요소 및 무기소재 첨가영향 등을 포장소재의 단열특성 평가를 위한 측정 장치를 개발하여 평가하여 보았다. 본 열전달 측정 장치는 100 $^{\circ}\text{C}$ 로 균일하게 조정된 온도의 열판과 종이를 접촉시킨 후 접촉면과 반대쪽 이면의 온도변화를 측정함으로써 포장내부로의 온도변화에 미치는 단열특성을 간접적으로 평가하는 방식으로 개발되었고 이를 통해 이면의 최고온도 도달온도와 기준온도 80 $^{\circ}\text{C}$ 까지 도달하는데 소요되는 시간으로 종이의 단열특성 변화를 평가하게 된다.

표백 크라프트 펄프로 제조된 수초지의 평량을 조절하였을 경우 단열정도는 평량이 높아질수록 커지 경향을 보여주었고 펄프의 고해에 따라 종이의 밀도변화로 인해 고해정도가 높을수록 단열특성이 저하되는 것을 확인할 수 있었다. 무기충전제에 의한 단열특성변화를 평가하였을 경우 비회(fly ash), 저회(bottom ash) 및 펄라이트의 첨가 시 벌크의 향상 등으로 인해 단열특성이 개선되었지만 CaCO_3 를 적용하였을 때는 밀도의 증가로 단열성이 감소하는 것을 볼 수 있었다. 특히, 다공성 소재인 펄라이트 분말을 적용한 경우에는 종이의 단열특성이 크게 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통해 향후 종이의 구조조절 및 다양한 첨가제의 물질특성을 고려한 원료적용 등에 대한 다양한 연구들

을 통해 단열성이 우수한 종이기반 포장소재의 개발이 가능할 것으로 판단되었다.

사 사

이 연구는 충남대학교 학술연구비에 의해 지원되었습니다.

Literature Cited

1. Lee, C., and Jeong, J. H., Effects of government international marketing assistance programs on export performances of Korean firms, *Journal of Korea Trade* 38(1):69-90 (2013).
2. Ko, S. T., Lee, T. J., Park, J. H., and Kim, H. J., Study on the pre-treatment for quantitative analysis of mercury in paper packaging materials, *Journal of Korea TAPPI* 42(5):67-73 (2010).
3. Choi, J. O., Lee, K. S., and Lee, D. S., Migration of potential volatile surrogate contaminants from paper packaging into food through gas phase, *Journal of Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 33(5):917-920 (2004).
4. Park, K. W., Kang, H. M., Kim, D. M., and Park, H. W., Effects of the packaging films and storage temperatures on modified atmosphere storage of ripe tomato, *Journal of SOC. Hort. Science* 40(6):643-646 (1999).
5. Choi, M. H., and Kim, G. H., Quality changes in oyster mushrooms during modified atmosphere storage as affected by temperatures and packaging materials, *Korean Journal of Food Science and Technology* 35(6):1079-1085 (2003).
6. Park, J. E., Kim, H. M., and Hwang, S. J., Effect of harvest time, precooling, and storage temperature for keeping the freshness of 'Maehyang' strawberry for export, *Journal of Bio-Environment Control* 21(4):404-410 (2012).
7. Lee, M.-H., Jo, J.-Y., and Shin, J.-S., Changes of the physical properties of corrugated fiberboard boxes for fruit and vegetable packaging by preservation temperature and relative humidity, *Journal of Korea TAPPI* 34(1):46-53 (2002).