

마그네슘을 이용한 휴대용 가열

(The Mobile Heating of Used Magnesium)

김순기

(Soon-Gi Kim)

신성대학 디지털전기계열

Abstract

본 논문은 알칼리토금속계인 마그네슘 등의 수화 반응에 수반되는 반응열과 전기화학적 작용을 이용하여 버너와 같은 화기를 이용하지 않고 야외에서 생수 등을 간접가열 하여 커피, 컵라면, 분유, 피자 등의 음식을 가열 할 수 있는 발열제품을 개발하는 데이터를 얻었다. 마그네슘과 금속계 화합물을 혼합하여 tea bag에 넣어 셀 형태로 만들어 발열효과를 높이기 위해 특수시험관의 재질 및 두께의존성, 발열제 양과 혼합물질에 따른 온도특성 등을 확인하였다. 발열제에서 발생하는 열의 효율적인 전달과 포장 재질의 선정 및 휴대의 간편성 등을 고려하여 타당성을 검증하였다.

1. 서 론

최근의 산업발달에 따라 식품의 간접가열, 핸드폰, 자동차, 항공기 등의 수송기기 분야는 점차 경량화, 고성능화를 추구하고 있다. 또한 증가되는 환경 문제와 화석 연료의 고갈에 따라 국제적으로 자동차 배기가스의 규제가 심화되고 있으며, 이에 따라 미국, 일본 및 유럽 등에서는 소형경량화된 마그네슘 가열제를 이용하여 식품의 간접가열, 하이브리드 연료전지 자동차를 비롯한 고연비 경량차의 개발을 진행하고 있다.

마그네슘은 비중이 1.74로서 알루미늄보다 35% 이상 가볍고 강도 및 굽힘 탄성률이 우수하여 자동차 및 항공기 등의 부품으로 사용되어 왔으며 최근 그 사용량이 급격히 증가하고 있다. 1993년 이후 지난 10여 년간 미국, 일본 및 유럽 등에서는 마그네슘합금의 사용량이 매년 12%이상 증가되어 왔으며, 향후 그 사용량이 계속 증가될 것으로 예측되고 있다. 마그네슘합금의 주요 적용 분야는 자동차 부품을 비롯하여, 휴대용전자부품, 항공기 및 스포츠·레저용품에 이르기까지 산업 전반에 걸쳐 매우 다양하다.

마그네슘합금은 전기화학적으로 전위가 낮은 매우 활성적인 금속으로 물, 공기, 화공약품과 접촉하면 쉽게 부식이 된다. 또한 알루미늄합금과 달리 고온에서 표면 산화층이 다공질로 변화하여 대기 중의 산소를 효과적으로 차단하지 못하므로 용탕 상태에서 대기 중에 노출되면 산소와 반응하여 급

격하게 산화되거나 발화가 일어난다.

본 논문에서는 마그네슘에 미량의 금속계 화합물을 첨가하여 만들어진 발열제가 물과 혼합할 때 발생하는 반응열을 이용하여 피가열 물체인 생수 등을 간접가열 하여 인스턴트커피, 분유, 컵라면 등에 적용할 수 있는 휴대용 가열의 가능성과 타당성을 검토하였다.

2. 본 론

2.1. 연구배경

많은 직장인들이 주 5일제 근무가 일상화 되면서 사람들의 야외활동은 증가되었으며, 등산, 낚시, 폭설 또는 수해, 지진 등의 재난사태 발생 장소 등에 인스턴트커피, 컵라면, 카레 등을 이용하거나 영·유아를 동반한 부모들이 분유를 타서 아이들에게 제공하려하지만 이를 위해서는 휴대용 부스타 등의 화기를 휴대하거나 보온병 등을 이용하여야 한다. 이러한 기구들은 사용상에 있어서 장소 및 사용량, 자연바람의 제한을 받는 등의 불편함이 수반되었다. 따라서 휴대가 간편하고 버너 등의 화기를 이용하지 않고 생수 등을 가열할 수 있는 제품이 개발된다면 사람들의 야외활동에 상당한 편리성을 제공하고 산불방지 등을 통해 간접적인 경제효과 등의 타당성을 검토하기 위해 본 연구가 필요하다.

2.2. 실험 방법

발열제를 생수 등의 피가열 물체에 직접 접촉하지 않도록 하기 위해 알루미늄 재질의 원통형 봉을 두께 0.6~1mm, 내경 20~30mm인 시험관을 제작하여 시험관 두께에 따른 영향을 확인하였다. 제조된 발열제를 tea bag에 포장하여 분할에 따른 효과 검토하기 위해 직경 30mm의 시험관에 소금물이 포함된 발열제 15g를 하나의 tea bag에 넣은 것과 같은 양의 발열제를 두 부분으로 분할한 tea bag을 만들어 시험관 내부의 온도변화를 관찰하였다. 또한 분할하지 않은 tea bag과 두 부분으로 분할한 tea bag을 각각 시험관에 넣은 다음, 시험관을 다시 생수 500ml가 채워진 비커에 넣어 물의 온도특성을 측정하였다.

소금물의 첨가 여부에 따른 효과를 검토하기 위해 소금물을 첨가하지 않은 발열제 15g를 tea bag에 넣어 시험관 내부의 온도변화를 측정하고 이 시험관을 물 500ml에 넣어 온도의존성을 검토하였다. 또한 발열제 양에 따른 효과를 파악하기 위해 발열제를 tea bag에 포장하지 않고 발열제의 양을 변화하면서 시험관에 넣은 다음 각 시험관을 일정량의 물이 들어있는 생수병에 넣고 시험관 내부의 온도변화와 생수병에 들어있는 물의 온도변화를 측정하였다. 발열제를 tea bag에 포장한 경우 발열제의 양을 달리하면서 tea bag에 포장한 다음 같은 방법으로 실험하였다. NaCl 투입 방법에 따른 효과를 확인하기 위해 발열제의 양을 달리한 tea bag과 NaCl을 고체상태 및 액체 상태로 시험관에 넣어 각 시험관을 일정량의 생수가 들어있는 물병에 넣고 시험관 내부의 온도변화와 생수병에 들어있는 물의 온도변화를 측정하였다.

2.3. 실험 및 고찰

NaCl이 포함된 발열제를 하나의 tea bag에 포장한 경우와 같은 양의 발열제를 두 부분으로 분할했을 때 제작한 시험관 내부온도 변화를 그림 1에 나타내었다. Tea bag을 분할하지 않았을 때가 분할한 경우보다 짧은 시간에 약 100℃에 도달하였으며 7분이 지나면서 잠시 온도가 감소하였으나 재반응이 일어나면서 다시 고온을 유지하였다. Tea bag을 넣은 시험관을 각각 500ml의 물이 담긴 비커에 넣어 시험관 내부의 온도변화와 비커 내부 생수의 온도변화를 관찰한 결과를 그림 2에 나타내었다. Tea bag을 분할하지 않은 경우가 분할한 경우보다 시험관의 온도가 훨씬 높이 올라갔으며, 실험 시작 후 6.5분 후에 67℃의 최고 온도

에 이르렀다가 8분후부터 서서히 내려가기 시작하였다. tea bag을 두 부분으로 분할한 경우에는 시험관의 온도가 5.5분 후에 43℃로 상승하여 일정온도를 유지하였다. 각 시험관을 담은 비커 물의 온도는 tea bag을 분할하지 않은 경우에는 서서히 상승하였으며, 실험시작 10분후에 37℃에 이르렀다. tea bag을 분할한 경우 실험 시작 후 비커의 물의 온도가 상승은 했지만 실험 시작 후에 28℃로 처음 온도 22℃보다 6℃정도 상승하였다. Tea bag을 두 부분으로 분할한 경우가 분할하지 않은 경우보다 온도상승효과가 약한 것은 tea bag의 윗부분에 놓인 발열제가 실험 초기에는 물과 반응하지만 시간이 지나면서 물이 끓어오르다가 증발하면서 윗부분의 발열제는 물에 접하지 않게 되어 더 이상 반응열을 낼 수 없기 때문에 분할하지 않은 경우보다 온도 상승효과가 약한 것으로 고찰된다.

NaCl을 첨가여부에 따른 발열제에 물을 넣었을 때 온도변화를 그림 3에 나타내었다. NaCl을 포함하지 않은 발열제를 시험관에 넣고 이 시험관을 생수 500ml에 넣었을 때 온도변화를 그림 4에 나타내었다. 발열제가 제대로 역할을 하기 위해서는 NaCl과 같은 전해질이 필요한 것으로 고찰된다. 일정량의 발열제에 투입하는 소금의 양을 0.2g에서 4.0g까지 변화시키면서 물병에 들어있는 물의 온도변화를 그림 5에 나타내었다. 투입하는 소금양이 0.2g에서 증가할수록 물의 온도가 상승하다가 1.0g에서 최고 온도에 이르렀다가 다시 내려갔다. 따라서 소금의 양을 많이 투입한다고 해서 물의 온도가 계속 올라가는 것이 아니라 적절한 농도일 때 효과가 최적인 것으로 나타났다.

그림 6은 발열제 8.14g를 tea bag에 포장한 경우와 포장하지 않은 경우의 시험관과 물병의 온도특성을 나타내었다. 그리고 발열제 중량비에 따른 알루미늄 시험관 및 물병의 온도특성, 시험관 두께에 따른 시험관 내부와 물병의 온도의존성, 소금과 염화칼슘 첨가량에 따른 물병이 온도특성을 그림 7~9에 각각 나타내었다.

실험결과로부터 얻은 데이터를 휴대용 가열식품 등에 적용할 경우 사용자의 편리성과 안전성 등을 고려해야 한다. 피가열물 내부에서 열을 효과적으로 전달하기 위해 포장재질의 특성을 고려해야 하며 배출가스제어 방법에 따라 열효율 향상 및 가열시간을 단축할 수 있다.

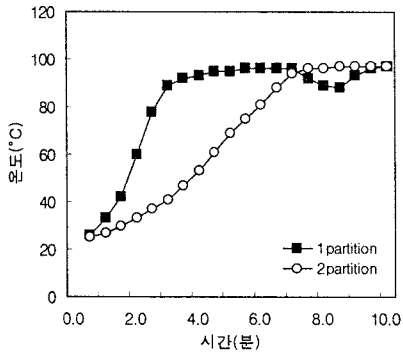


그림 2. Tea bag 분할에 따른 온도특성

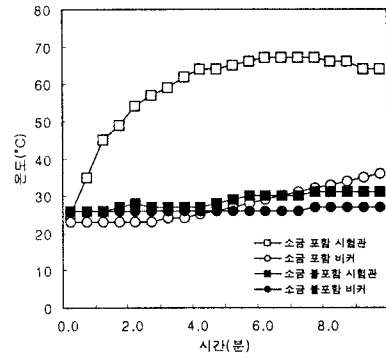


그림 5. 피가열물의 온도특성

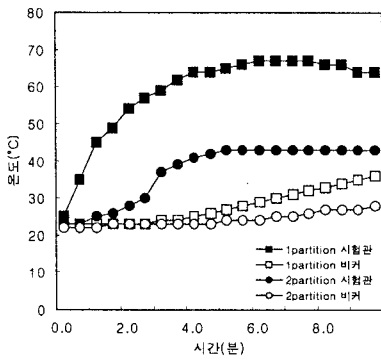


그림 3. Tea bag 분할시 온도특성

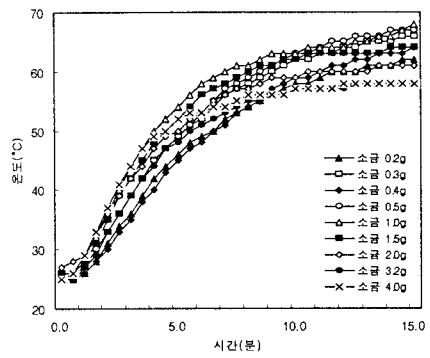


그림 6. NaCl 첨가량에 따른 온도특성

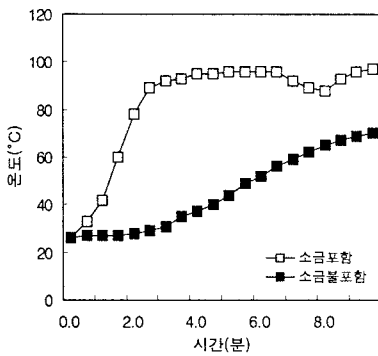


그림 4. NaCl 첨가여부의 온도특성

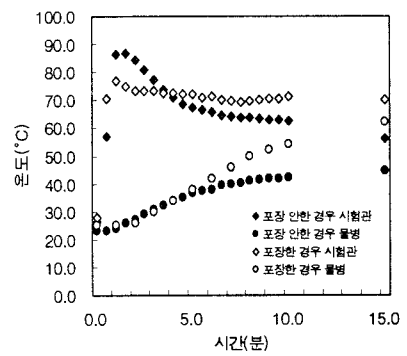


그림 7. 발열제 8.14g의 온도특성

3. 결론

본 논문에서는 발열제의 효과를 검토하기 위해 발열제의 첨가방법, 첨가량의 변화, 혼합하는 전해질의 첨가방법 및 첨가량, 시험관 두께변화에 따른 영향 등을 검토하였다. 발열제를 tea bag에 포장할 때 두 부분으로 분할하는 것은 투입한 발열제가 효과적으로 반응할 수 없어서 분할 안하는 것이 더 효과적인 것으로 나타났으나, 피가열물의 종류에 따라서 발열가열제 셀을 분할하는 것이 70~100℃로 골고루 가열할 수 있을 것으로 사료된다. NaCl은 물에 녹여 첨가하는 것이 더 효과적이었다. 첨가하는 NaCl의 양을 0.2g에서 4.0g로 변화시켜 본 결과 1.0g일 때 68℃로 최고에 이르렀으며, 1.0g 이상이 투입되면서 다시 온도가 낮아졌다. NaCl 대신 염화마그네슘을 사용하였을 경우보다 염화칼슘을 사용한 경우가 효과가 높은 것으로 나타났다. NaCl과 염화마그네슘을 함께 사용하였을 때에는 각각을 단독으로 사용하였을 때 보다 피열물의 온도가 조금 낮게 나타났으며, NaCl을 염화칼슘과 함께 사용했을 때 80℃이상의 온도를 얻을 수 있었다. 본 연구를 통해 발열제 반응시 생성되는 가스손실을 최소화하여 열효율을 높이면 휴대용 식품가열 등에 적용 가능성을 확인하였다.

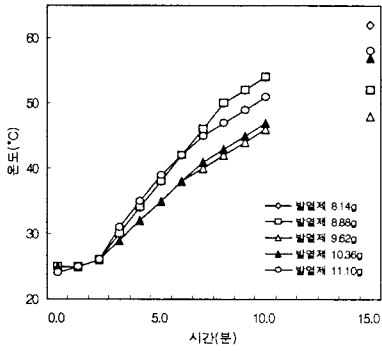


그림 8. 생수 500ml 내부 온도특성

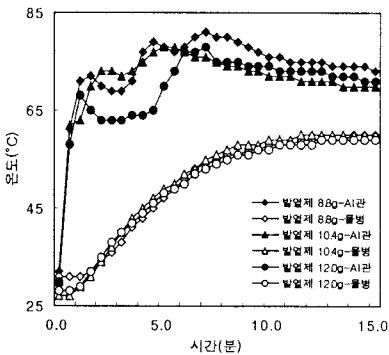


그림 9. Al 1mm 시험관/생수의 온도특성

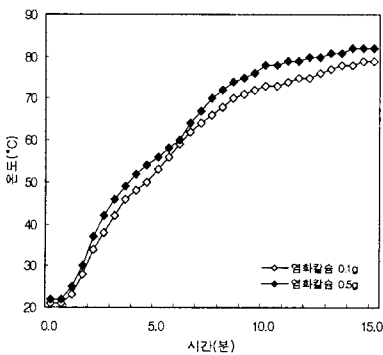


그림 10. CaCl 첨가 피열물의 온도특성

참고 문헌

- [1] P. E. Krajewski, "Elevated Temperature Forming of Sheet Magnesium Alloys", GM Research & Publication Center, R &D 9209, 2001.
- [2] S. R. Agnew, "Plastic Anisotropy of Magnesium Alloy AZ31B Alloy", Magnesium Technology 2002, 2002 TMS Annual Meeting, pp.169, 2002.
- [3] S. Schumann and H. Friedrich, "The Route From the Potential of Magnesium to Increased Application In Cars", in Proc. Annual World IMA 2003 Magnesium Conference, pp.35, 2003.