

# 목재펠릿의 물리적 특성에 관한 연구

## The Study on the Physical Properties of the Wood Pellet

오재현<sup>1</sup> · 최윤미<sup>1\*</sup> · 황진성<sup>2</sup> · 차두송<sup>2</sup>

<sup>1</sup>국립산림과학원 <sup>2</sup>강원대학교

### I. 연구 목적

최근 화석자원의 이용급증에 따른 지구환경의 오염과 지구 온난화 등으로 인해 이를 대체할 수 있는 목질 바이오매스를 이용한 에너지원 개발이 활발히 진행 중이다. 목질바이오매스의 에너지이용 방법 중 고품연료로서의 바이오매스 이용이 가장 일반적이다. 상품화된 고품 연료로는 칩과 펠릿의 형태가 있고, 최근에는 편리성 등의 이유로 펠릿의 이용이 점차 늘어나는 추세이다. 고품연료가 개발된 이후에 정정한 환경친화형 연료라는 장점으로 세계 각국에서 가정용 및 산업용, 열병합 발전에 이르기 까지 규모가 점차 확대 되고 있다. 최근 우리나라시장에서도 목재펠릿의 수요가 늘어나고 있다. 연료로 사용되는 목재 펠릿은 생산된 후 포장과 상·하차 작업이 이루어지는 동안의 품질 유지 상태와, 저장소, 연료 공급 장치 및 연소기의 설계를 위해 물리적 특성을 파악하는 것이 중요하다. 이에 본 연구에서는 목재펠릿 제품 9종류를 선정하여 함수율, 미세분, 형상제원, 밀도, 겉보기(산물) 밀도, 안식각, 강도, 내구성 등을 조사하여 펠릿의 물리적 특성을 파악하였으며, 목재펠릿 품질규격 기준에 의거한 펠릿의 특성을 비교, 검토 하였다.

본 연구는 2009년도 산림과학기술개발사업(과제번호:S120910L090120)의 지원으로 이루어진 것입니다.

### II. 연구방법

#### 가. 연구방법

목재펠릿의 물리적 특성을 파악하기 위하여, 겉보기밀도, 미세분, 내구성, 형상제원, 함수율, 밀도, 안식각, 강도 8가지 항목을 설정하고, 각각의 특성을 국내에서 유통되고 있는 국내산 및 국외 산 펠릿 총 9종류에 대하여 실험·분석하였다. 이 중 겉보기밀도, 내구성, 미세분 및 외형특성에 관한 실험은 국립산림과학원 고시 제2009-2호 [목재펠릿 품질 규격]에 제시된 실험방법을 기준으로 특성실험을 실시하였다. 또한 함수율 분석은 할로젠램프 가열방식의 함수율측정기를 이용하여 2010년 9월부터 2011년 1월까지 비 가림 시설에서 보관중인 9종류의 펠릿에 대해서 시간경과에 따른 함수율분석을 실시하였다. 측정된 함수율은 습량기준의 함수율측정방법을 기준으로 하였고, 목재펠릿의 밀도는 양쪽 끝 단면을 반듯하게 자른 후 목재펠릿의 길이, 평균 및 질량을 측정하여 구하였다.

목재펠릿의 연소를 위한 공급호퍼의 형상결정에 기초가 되는 안식각은 그림 1과 같이 상부와 하부가 칸막이로 나누어진 680 × 1260 × 1900 크기의 안식각 측정 장치를 제작하여 일정량의 목재펠릿을 상부에 채운 후 상·하부사이의 칸막이를 제거하여 자중에 의한 상부의 비움 안식각과 하부의 채움 안식각을 동시에 측정 분석하였다. 또한 목재펠릿의 강도측정을 위해 그림2와같이 Pellet Hardness Tester(21465 REINBEK, KAHL CO.)를 이용해 측정하였다. 측정된 목재펠릿의 횡 방향 압축강도는 kg 단위로 표시되며, 펠릿 종류별로 상대적인 차이를 비교 분석하였다.

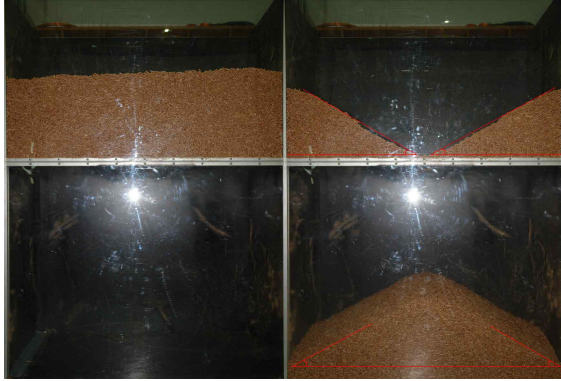


그림1. 안식각 측정장치



그림2. Pellet Hardness Tester

나. 분석방법

설정된 측정항목에 대하여 포장된 목재펠릿 3포대를 대상으로 반복시험을 하였으며 각각의 측정항목에 대하여 목재펠릿의 종류간의 차이를 분석하기 위해 분산분석을 실시하였으며, 그룹간의 차이를 검증하기 위해 유의수준  $\alpha=0.05$ 와  $\alpha=0.01$  2수준에서 Duncan의 다중검정을 실시하였다. 또한, 내구성과 횡 방향 압축강도와 같이 유사한 특성을 가진 항목에 대해서 상관분석을 통해 상관관계가 있는지를 검토하였다.

III. 결과 및 고찰

2010년 9월부터 2011년 1월까지 측정 한 함수율의 결과 저장시간 경과 별로 조금씩의 차이를 보였다. 분산분석 결과 유의수준을  $\alpha=0.05$ 로 한 경우 저장시간 경과 별로 같은 그룹으로 나온 것은 국내산 펠릿 1종류 뿐 이었다. 유의수준을  $\alpha=0.01$ 로 하였을 때 국내산 펠릿 2종, 국외 산 펠릿2종이 같은 그룹으로 측정되었고, 다른5종의 펠릿은 큰 차이는 없었지만 2개에서 3개사이의 그룹으로 구분되었다. 내구성과 횡 방향 압축강도의 상관관계 분석 결과 상관관계가 성립하지 않았다. 함수율에 따른 상관분석 결과 밀도와 미세분이 0.4이상의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 펠릿이 저장시간 경과에 따라 함수율의 차이를 보이는 것이 습도, 온도, 그리고 펠릿 겉봉의 재질, 습구멍의 차이 등 여러 가지 변수가 있을 수 있으므로 이와 관련한 연구가 더 추가적으로 필요할 것이라고 사료된다.

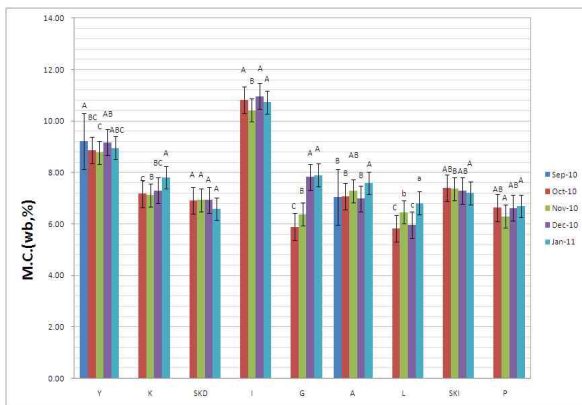


그림 3. 목재펠릿 종류별 저장경과 시간에 따른 함수율 차이검증( $\alpha=0.05$ )

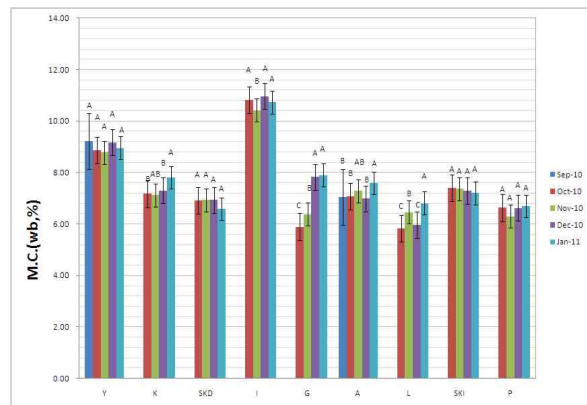


그림 4. 목재펠릿 종류별 저장경과 시간에 따른 함수율 차이검증( $\alpha=0.01$ )

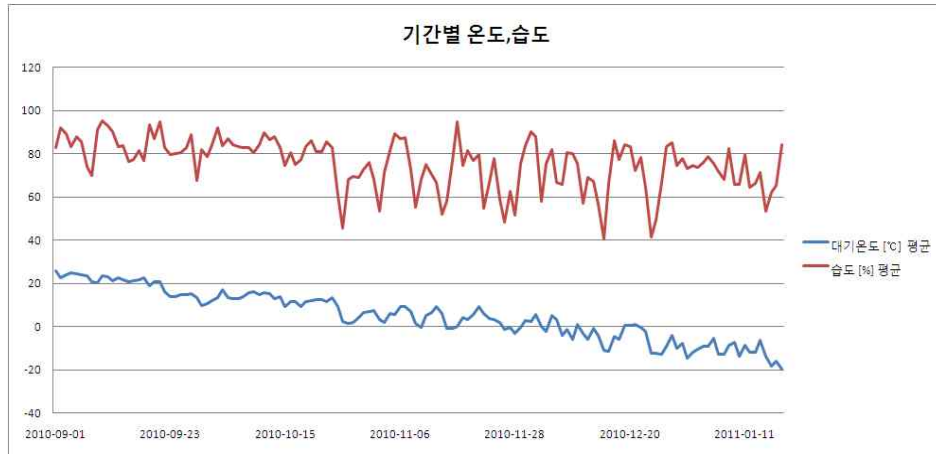


그림 5. 목재펠릿 함수율변화측정 기간 중 온도, 습도 변화

표 1. 펠릿 겉봉 재질, 숨구멍

펠릿종류	재질	숨구멍개수
Y	비닐	숨구멍 없음
A	비닐	앞 뒤 각각 18개
L	비닐	앞 뒤 각각 5개
I	마대	숨구멍 없음
SKD	비닐	앞 뒤 각각 8개
K	마대	숨구멍 없음
P	비닐	숨구멍 없음(미세)
G	비닐	앞 뒤 각각 6개
SKI	비닐	앞 뒤 각각 8개

표 2는 물리적 특성 실험의 결과를 제품 별로 각 항목에 대한 평균값을 구한 결과로 I, K 펠릿의 내구성은 3등급 펠릿의 품질기준을 만족하였으며, I제품은 미세분에서도 3등급 펠릿의 품질기준을 만족하였다. 이 세 경우를 제외한 다른 실험 결과에서는 모두 1,2등급의 펠릿품질기준을 만족하는 결과가 나왔다. 여기서, 겉봉이 마대 재질로 된 I, K 펠릿의 내구성이 가장 떨어지는 것으로 나타났다. 그림 6-12는 각각의 펠릿 특성 별로 제품간의 차이를 duncan의 다중검정을 실시하여 grouping 한 결과로 I제품이 가장 특성이 좋지 않은 것으로 분석되었다.

표 2. 펠릿의 물리적 특성

종류	밀도(cm <sup>3</sup> /g)	내구성(%)	미세분(%)	안식각(°)	강도(kg)	겉보기밀도(kg/m <sup>3</sup> )	형상제원(mm)	
							직경	길이
Y	1.266	98.63	0.26	32.39	22.5	722.4	24.65	6.08
A	1.286	99.05	0.15	30.95	22.5	688.9	28.72	6.54
L	1.283	98.41	0.57	33.56	22.25	716.8	26.01	6.08
SKD	1.213	98.34	0.65	34.81	22.05	668.3	28.42	6.03
P	1.208	98.25	0.20	33.69	22.4	711.7	25.30	6.28
G	1.252	97.99	0.32	33.52	22.4	723.2	28.27	6.13
SKI	1.291	97.94	0.36	34.27	22.7	676.6	23.86	6.16
I	1.121	96.53	1.36	36.11	22.3	669.2	27.89	6.07
K	1.262	96.32	0.57	35.10	22.6	658.2	28.21	6.09

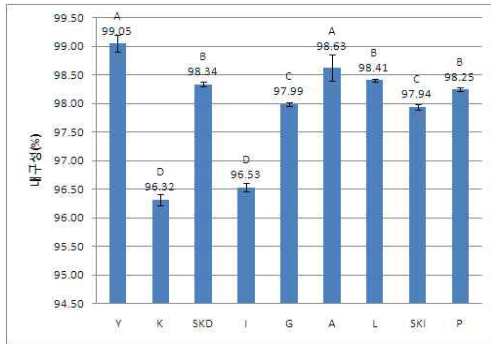


그림 6. 펠릿종류별 내구성 특성

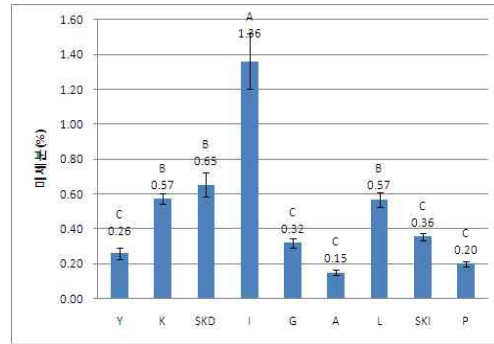


그림 7. 펠릿종류별 미세분 특성

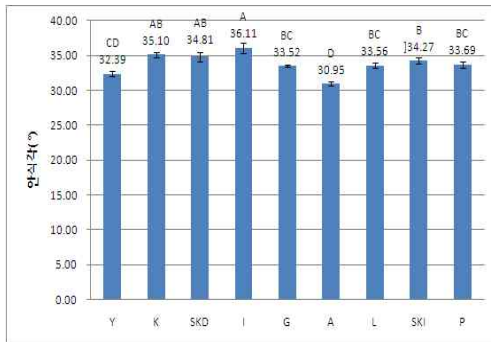


그림 8. 펠릿종류별 안식각 특성

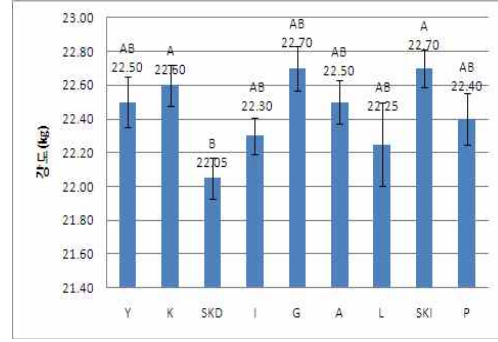


그림 9. 펠릿종류별 강도 특성

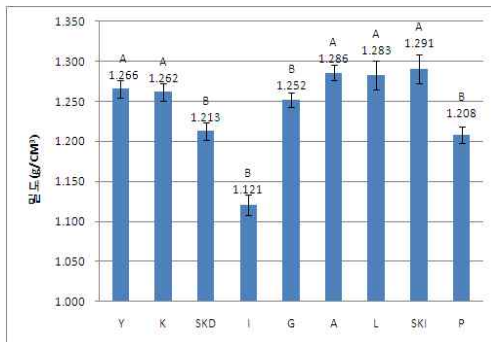


그림 10. 펠릿종류별 밀도 특성

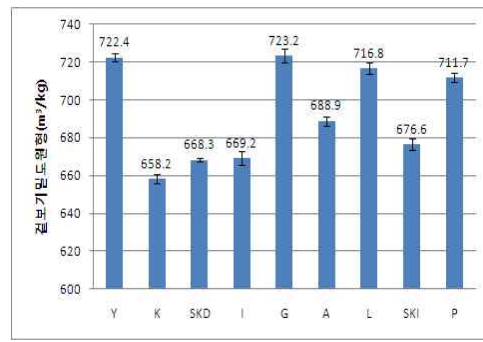


그림 11. 펠릿종류별 겉보기밀도 특성

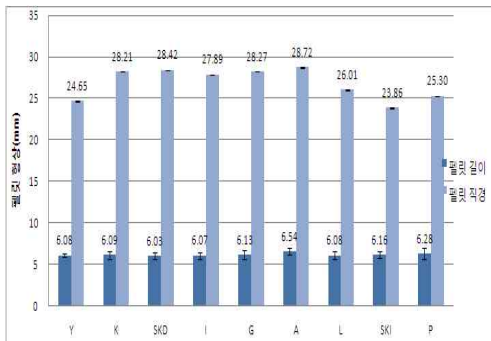


그림 12. 펠릿종류별 형상제원