

생분해성 고분자 혼합비율에 따른 멀칭매트의 특성 평가

김형진, 유영정, 오동근, 박재석

국민대학교 임산공학과

1. 서론

산업시스템의 대량생산 및 대량소비에 따라 지구환경은 오존층 파괴와 같은 환경변화가 급속히 진전되고 있다. 이에 따라 대기오염 방지 및 온실가스 감축 방안의 하나로써 조림에 대한 관심이 높아지고 있다. 이를 위해 본 연구에서는 조림 시 조림묘목의 효과적 관리 및 무육을 위해 조림묘목용 멀칭매트의 적용을 고려하고자 하였다. 주로 고려되고 있는 멀칭소재는 다양한 종류가 있으나, 그 중 원료로서 polyethylene등과 같은 소재는 난분해성 플라스틱으로서 적용 후 분해가 되지 않는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 생분해성 멀칭매트 제조과정으로서 생분해성 고분자를 종이에 코팅하여 시트의 물리적 강도특성을 변화시키고자 하였으며, 제조된 시트의 멀칭매트 적용가능성을 평가하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

원지의 생분해고분자 코팅 특성을 알아보기 위해 KC-180 라이너지와 크라프트지를 사용하였으며, 사용된 원지의 기본 특성을 Table 1에 나타냈다.

Table 1. Physical properties of based papers

| | Basis weight (g/m ²) | Thickness (μm) | Density (g/cm ³) | Bulk (cm ³ /g) | Cobb ₆₀ (g/m ²) |
|-------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------------|---|
| Liner paper | 178.96 | 230.5 | 0.78 | 1.29 | 14 |
| Kraft paper | 81.07 | 131.5 | 0.61 | 1.62 | 17 |

코팅용 생분해성 고분자는 시판용 poly lactic acid(PLA)와 poly ester(PE)를 구입하여 사용하였으며, PLA와 PE의 기본 특성은 Table 2와 같다.

Table 2. Physical properties of biodegradable polymer

| | Melting point(°C) | Tensile strength(Mpa) | Tensile elongation(%) |
|-----|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| PLA | 210 | 53 | 6 |
| PE | 125 | 44 | 670 |

2.2 실험방법

PE와 PLA의 혼합비율에 따른 물리적 특성을 평가하기 위해 라이너지 및 크라프트지를 270 × 400mm로 재단하여 조습처리를 실시하였다. 그 후 건조기에서 건조시킨 생분해성 고분자를 chloroform 50ml에 Table 3의 조건에 따라 생분해성 고분자의 총 함량이 10%가 되도록 1시간 동안 교반시켜 용해시켰다. 조성된 용해액을 바코터를 이용하여 원지에 코팅을 실시하였다. 코팅된 종이는 항온항습조건에서 24시간 동안 건조시켰다.

Table 3. Mixing ratio of poly ester and poly lactic acid(%)

| | Mixing ratio(%) | | | | |
|-----|-----------------|----|----|----|----|
| PE | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 |
| PLA | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |

3. 결과 및 고찰

3.1 생분해성 고분자의 혼합비율에 따른 원지특성

생분해성 고분자를 비율별로 혼합하여 라이너지와 크라프트지에 코팅하였을 때 라이너지에 도포량은 약 2~3 g/m²이고 크라프트지에는 약 3~4 g/m²이었다. 동일한 도포조건에 의해 생분해성 고분자를 도포하였을 경우 라이너지보다 크라프트지에서 도포량이 높았으며, 이는 사용한 원지의 물성 중 크라프트지의 사이즈도에 의한 것으로 사료된다. 또한 생분해 고분자 도포 후 라이너지와 크라프트지 모두 미세하게 밀도가 증가하는 경향을 보였으며 이는 원지의 공극 내에 생분해성 고분자가 침투하여 나타난 현상으로 사료된다.

Table 4. Physical properties of coated papers

| Mixing Ratio of polymer | Basis weight (g/m ²) | | Thickness (μm) | | Density (g/cm ³) | | Bulk (cm ³ /g) | |
|-------------------------|----------------------------------|-------|----------------|-------|------------------------------|------|---------------------------|------|
| | A | B | A | B | A | B | A | B |
| Base paper | 178.96 | 81.07 | 230.5 | 131.5 | 0.78 | 0.61 | 1.29 | 1.62 |
| 100 : 0 | 180.57 | 85.07 | 228.1 | 132.0 | 0.79 | 0.63 | 1.26 | 1.57 |
| 90 : 10 | 180.64 | 85.63 | 227.3 | 133.0 | 0.79 | 0.64 | 1.25 | 1.55 |
| 80 : 20 | 181.64 | 84.38 | 228.5 | 132.9 | 0.79 | 0.64 | 1.25 | 1.55 |
| 70 : 30 | 181.63 | 85.77 | 228.2 | 133.7 | 0.79 | 0.64 | 1.25 | 1.55 |
| 60 : 40 | 181.60 | 84.06 | 229.0 | 134.9 | 0.79 | 0.62 | 1.26 | 1.58 |

3.2 생분해성 고분자 코팅 원지의 SEM image

Fig. 1은 Chloroform에 용해시킨 poly lactic acid와 poly ester를 코팅한 원지 표면의 SEM-image이다. 사용한 라이너지에서는 많은 표면공극을 확인할 수 있었으나 도공 후에는 원지에서 관찰되던 표면 공극구조가 PLA와 PE에 의해 충전되어 표면특성이 변화된 것을 확인할 수 있었다. 또한 PLA 혼합비율을 증가할수록 표면구조가 매끄러워지는 것을 확인할 수 있었다.

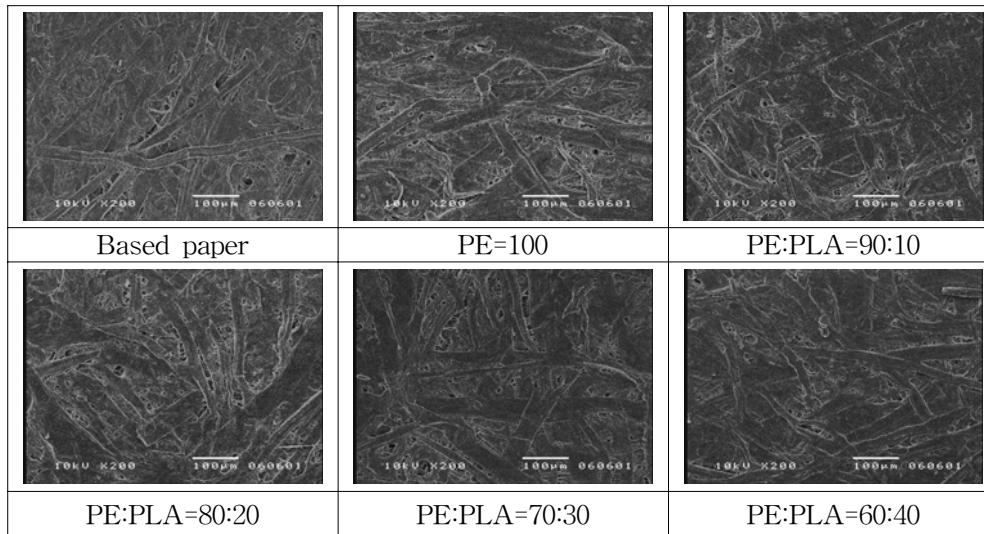


Fig 1. SEM image of the surface of based paper and coated paper(Liner paper).

3.3 생분해성 고분자의 혼합비율에 따른 도공지의 물리적 특성

Fig. 2 및 3은 PLA와 PE를 혼합하여 코팅한 라이너지 및 크라프트지의 파열강도 결과이다. 라이너지와 크라프트지 모두 PE만 코팅하였을 때보다 PLA를 혼합 첨가하였을 때 파열강도 개선효과를 확인 할 수 있었으며, 이는 Table 2에 나타낸 바와 같이 PLA가 PE보다 고분자 특성에 있어 높은 인장강도 특성을 나타낸 결과에 기인한 것으로 사료된다. 또한 PLA를 10% 혼합 첨가하였을 경우 가장 우수한 파열강도를 나타냈으며, PLA 함량을 높일수록 파열강도의 저하효과를 가져왔다.

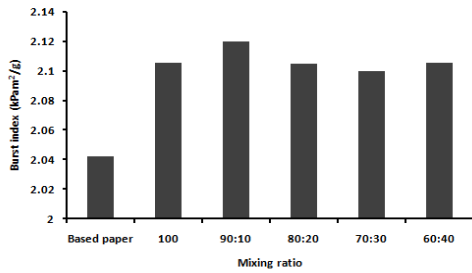


Fig. 2 Burst index of ratio of coating on paper(Liner paper).

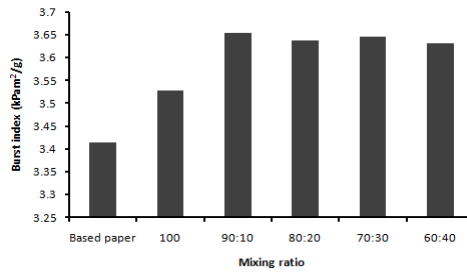


Fig. 3 Burst index of ratio of coating on paper(Kraft paper).

Fig. 4와 5는 PE와 PLA를 혼합하여 코팅한 라이너지 및 크라프트지의 습파열강도 결과이다. 파열강도와는 달리 혼합비율에 따른 습파열강도 차이는 크지 않았다. 이러한 결과는 PLA가 전분계 화합물로서 제조되었으며 PE는 지방족 화합물로 제조된 고분자로서 전분계 화합물이 지방족계 화합물보다 수분안정성이 낮아 PLA의 함량을 높였을 경우에도 습파열강도의 개선효과가 낮은 결과로 사료된다.

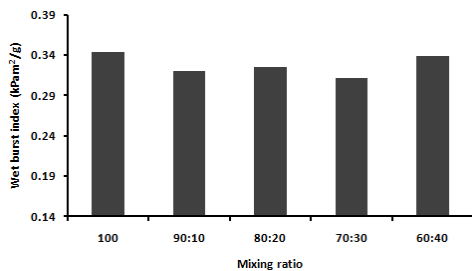


Fig. 4 Wet burst index of ratio of coating on paper(Liner paper).

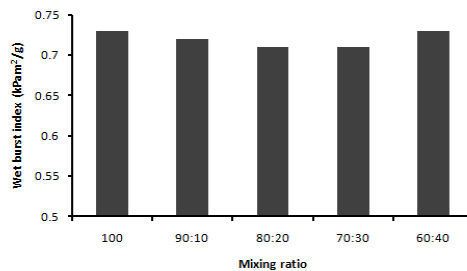


Fig. 5 Wet burst index of ratio of coating on paper(Kraft paper).

Fig 6과 7은 생분해성 고분자의 혼합비율에 따른 인장강도 특성을 나타낸 결과이다. 라이너지와 크라프트지 모두 원지보다 생분해성 고분자를 코팅하였을 때 인장강도 개선 효과를 보였다. 또한 PLA의 혼합비율을 높였을 때 인장강도 개선효과를 보였으며 이는 Table 2에 나타낸 바와 같이 PLA가 PE보다 고분자 특성에 있어 높은 인장강도 특성을 나타낸 결과에 기인한 것으로 사료된다.

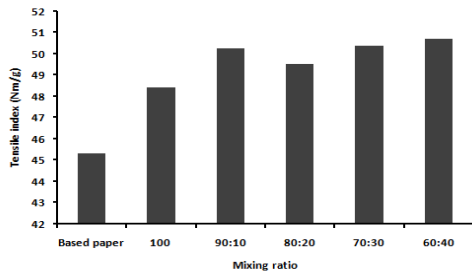


Fig. 6 Tensile index of ratio of coating on paper(Liner paper).

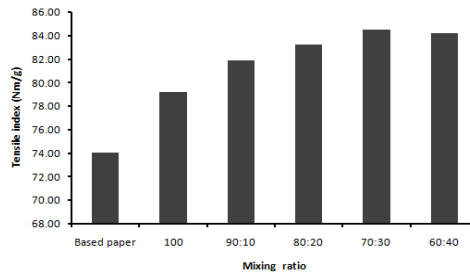


Fig. 7 Tensile index of ratio of coating on paper(Kraft paper).

Fig. 8 및 9는 생분해성 고분자의 혼합비율에 따른 습인장강도를 나타낸 결과이다. 라이너지와 크라프트지 모두 PE를 단독으로 코팅 처리하였을 때 보다 PLA를 혼합 첨가하였을 때 높은 습인장강도를 나타냈다. 습인장강도 개선은 PLA 혼합비율 조건 30%에서 가장 우수한 결과를 나타냈으나, 30%이상 혼합 첨가하였을 경우에는 오히려 습인장강도가 저하하는 것으로 나타났다.

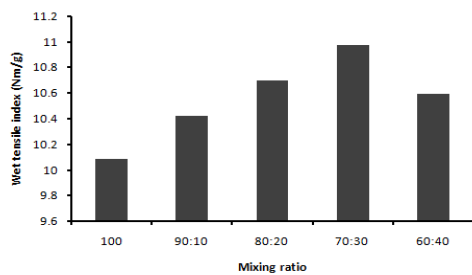


Fig. 8 Wet tensile index of ratio of coating on paper(Liner paper).

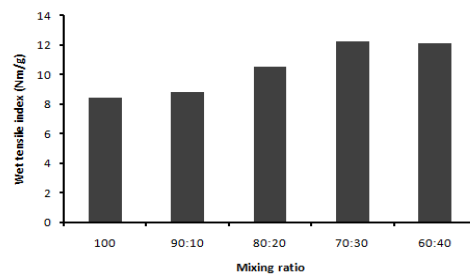


Fig. 9 Wet tensile index of ratio of coating on paper(Kraft paper).

4. 결론

생분해성 고분자 poly ester와 poly lactic acid를 사용하여 재생용지인 라이너지와 크라프트지에 코팅처리한 후 물리적 특성을 비교하였다. PE와 PLA를 혼합하여 라이너지와 크라프트지에 코팅 처리하였을 때 원지의 사이즈도가 낮을 경우 도포량이 증가하는 결과가 나타났다. 좌열강도는 PLA와 PE를 10% 혼합하여 코팅하였을 경우 가장 우수한 결과를 나타냈으며, 습좌열강도의 경우 PLA가 전분계 화합물 고분자로 지방족계 화합물 고분자인 PE보다 수분안정성이 낮아 PLA의 혼합비율을 높여도 습좌열강도가 개선되지 않았다. 인장강도는 생분해성 고분자인 PLA가 높은 인장강도 특성에 기인해 혼합비율이 높아질 경우 인장강도가 개선되었으며 습인장강도의 경우 PLA의 혼합비율을 높여도 PLA의 수분안정성이 떨어져 30%에서 가장 우수한 습인장강도를 나타냈다.

사 사

본 연구는 산림청의 산림과학특정연구(S120708L1901104, 조림묘목용 기능성 생분해 멀칭 매트 제조)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

1. Jun Ho Lee and Jong-Whan Rhim, Polylactic Acid Coating Affects the Ring Crush Strength of Linerboards Journal of Korea TAPPI, Vol.38. No.5, (2006).
2. Jong-Whan Rhim, Jun-Ho Lee and Seok-In Hong Increase in Water Resistance of Paperboard by Coating with Poly(lactide) Packag. Technol. Sci. 20: pp 393 - 402, (2007).
3. Q.X. Hou, X.S. Chai, R. Yang and A.J. Ragauskas Improvement of pulp handsheet strength properties by polylactic acids Pan pacific conference, Vol.2. : pp 395-400, (2006).
4. 과학기술부, 생분해성 플라스틱 최근 연구개발 현황 보고서, (2004).
5. 유성중, 조병욱, 김용식, 이용규, 이세현, 고농도 도공과 원지의 흡수특성이 인쇄모틀에 미치는 영향, Journal of Korea TAPPI, Vol.39. No.2, (2007).