

해조류를 이용한 친환경 에너지소재

*,**한 성옥¹⁾, 김 홍수¹⁾, 유 윤종¹⁾, 김 희연¹⁾, 정 남조¹⁾, 서 영범²⁾

Algae Based Energy Materials

Seong Ok Han, Hong Soo Kim, Yoon Jong You, Hee Yeon Kim, Nam Jo Jeong, Young Bum Seo

Key words : Marine algae(해조류), Energy materials(에너지소재), Environmentally friendly(친환경), Fiber(섬유), Composite(복합재료)

Abstract : 최근 이산화탄소 흡수원으로 해조류의 배양과 이산화탄소 고정에 대한 영향 분석연구가 세계적으로 활발하게 진행되고 있다. 또한, 해조류에서 바이오에너지를 얻기 위한 연구와 해조류의 구성 성분인 섬유, 당 및 지질을 이용하기 위한 연구도 다양하게 진행되고 있다. 해조류 섬유는 주로 종이 및 바이오복합재료 제조에 사용되며 추출물은 식품 등에 사용될 수 있다. 특히, 해조류 섬유는 셀룰로오스 섬유와 유사한 특성을 가지기 때문에 바이오복합재료의 천연섬유 보강재로서 사용이 가능하다. 바이오복합재료는 천연섬유를 보강재로 사용한 에너지절약과 친환경 특성을 가진 고분자복합재료로서 현재 자동차 및 건축물의 내장재로 사용되고 있는 유리섬유 보강 고분자복합재료를 대체할 수 있는 신소재이다. 본 논문에서는 해조류 기반 친환경 에너지소재의 세계적 연구동향 및 해조류 섬유를 이용한 신소재 개발연구로서 홍조류 섬유 보강 바이오복합재료에 대한 연구결과를 소개하고자 한다.

1. 서 론

최근 고유가, 기후변화협약과 환경규제 강화에 의해 바이오에너지 및 친환경 특성을 가지는 에너지 신소재를 개발하기 위한 연구가 세계적으로 활발하게 진행되고 있다. 우리나라는 세계 4위의 해조류 생산국이며 육상보다 재배가능 면적이 넓어 해조류 재배가 온실가스 감축을 위한 새로운 가능성으로 떠오르고 있다. 특히, 국내에 자생하는 해조류는 열대우림보다 5배 이상의 이산화탄소 흡수 능력이 있어 남해안과 경북, 제주 등지에 자생하는 대형 홍조류인 개도박의 경우, 1초에 m²당 150 μ g의 이산화탄소를 흡수해, 열대우림의 흡수량 31.7 μ g보다 5배 가까이 많은 것으로 밝혀졌다.¹⁾

해조류는 홍조류, 녹조류, 갈조류로 분류되며 종에 따라 차이는 있지만 일반적으로 섬유질을 많이 포함하고 있는 벽면과 다양한 당류를 포함하는 물질로 채워져 있는 내부 추출물로 되어 있다. 해조류 섬유는 주로 셀룰로오스로서 복합재료의 보강재 혹은 종이를 만드는데 사용될 수 있으며 내부 추출물은 정제되어 휘발유, 디젤 등의 연료, 플라스틱, 약 등을 만드는 화학재료 및 식품으로 이용될 수 있다.

바이오복합재료는 천연섬유를 보강재로 한 고분자복합재료로서 주로 목재, 천연섬유 등과 같은 식물계 셀룰로오스를 보강재로 이용하여 유럽

복미 및 일본에서는 자동차의 내·외장재로 실용화되고 있다.²⁾ 그러나 식물계 셀룰로오스는 성장장소나 성장기간에 따라 특성이 많이 다르며 또한 성장속도가 느린 단점을 가지고 있어 성장속도가 빠르고 셀룰로오스가 풍부한 천연섬유의 선정과 육성재배가 필요한 연구분야가 요구되고 있다. 특히, 목재와 같이 셀룰로오스 이외에 헤미셀룰로오스나 리그닌이 많이 포함되어 있는 바이오 자원의 경우에는 이들을 제거하는 공정이 필요하기 때문에 경제성에서도 문제가 되고 있다.³⁾

-
- 1) 한국에너지기술연구원
E-mail : sohan@kier.re.kr
Tel : (042)860-3149 Fax : (042)860-3133
 - 2) 한국에너지기술연구원
E-mail : hskim@kier.re.kr
Tel : (042)860-3141 Fax : (042)860-3133
 - 3) 한국에너지기술연구원
E-mail : yyj@kier.re.kr
Tel : (042)860-3118 Fax : (042)860-3133
 - 4) 한국에너지기술연구원
E-mail : heeyeon@kier.re.kr
Tel : (042)860-3613 Fax : (042)860-3133
 - 5) 한국에너지기술연구원
E-mail : njjeong@kier.re.kr
Tel : (042)860-3389 Fax : (042)860-3133
 - 6) 충남대학교
E-mail : ybseo@cnu.ac.kr
Tel : (042)821-5759 Fax : (042)821-6159

해조류는 목재 등 식물계 셀룰로오스에 비해 성장속도가 빠르고 바다에서뿐만 아니라 농작물이 자라지 않는 자투리땅에서도 키울 수 있다는 큰 장점을 가지고 있다. 특히, 해조류 섬유는 식물계 셀룰로오스에 비해 상대적으로 균일한 크기를 가지기 때문에 이를 보강재로 이용할 경우 식물계 셀룰로오스 보강 바이오복합재료에 비해 상대적으로 일정한 특성을 가지는 바이오복합재료의 개발이 가능하다. 본 연구에서는 해조류의 특성 및 해조류를 기반으로 하는 신소재로서 홍조류 섬유의 특성과 홍조류 섬유 보강 바이오복합재료들의 열적, 기계적 특성분석 결과를 소개하였다.

2. 홍조류 섬유의 특성분석

홍조류 섬유는 비목재 및 목재 섬유에 비해 섬유 길이와 섬유 폭이 매우 작고 형태가 일정하여 고분자 매트릭스와 혼합 시 우수한 비표면적에 의해 향상된 계면결합을 형성할 수 있다. 또한 홍조류 섬유의 결정성은 셀룰로오스 천연섬유와 매우 유사하며, 열분해 온도는 셀룰로오스 보다 우수하다. 특히, 홍조류 섬유는 표면특성을 향상시키기 위해 전자빔을 조사한 경우에도 다른 천연섬유에 비해 중합도의 감소가 적고 열분해 온도 및 결정성에서도 거의 변화를 보이지 않아 매우 안정한 형태의 섬유임을 알 수 있다.⁴

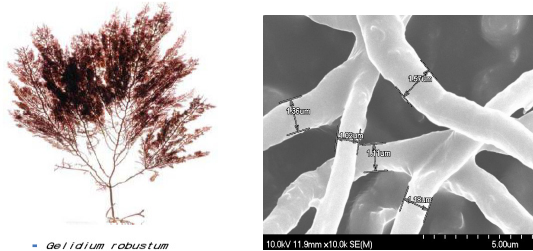


Fig. 1 Red Algae and fibers

3. 홍조류 섬유 보강 바이오복합재료

홍조류 섬유 보강 바이오복합재료의 동역학적 특성은 섬유의 첨가량이 증가함에 따라 저장탄성률의 증가와 damping 현상의 저감을 가져왔으나 Tg값은 큰 변화를 보이지 않는다. 특히, 홍조류 섬유의 투입량이 50wt%일 때 -100℃에서의 저장탄성률은 기타 비목재 및 목재섬유 보강 복합재료에 비해 월등히 높은 값을 보여 극저온에서 바이오복합재료의 활용성이 가능함을 제시하고 있다. 또한 홍조류 섬유 보강 복합재료의 열팽창특성은 섬유의 첨가량이 증가함에 따라 열팽창계수가 감소하여 우수한 치수안정성을 나타내었다. 특히, 홍조류 섬유를 60wt% 투입한 복합재료의 열팽창계수는 순수한 매트릭스의 열팽창 계수의 50%로서 홍조류 섬유 보강 복합재료의 온도변화에 대한 치수안정성이 매우 우수함을 확인할 수 있다.

홍조류 섬유 보강 바이오복합재료는 홍조류 섬유의 첨가량이 증가함에 따라 밀도가 증가하며

기계적 특성은 인장강도와 충격강도의 경우 홍조류 섬유 첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 이는 섬유의 형태 및 배향성과 섬유-매트릭스 간 이질적 결합을 이유로 들 수 있다. 굴곡특성의 경우 섬유의 첨가량이 증가함에 따라 복합재료의 강직성을 향상시켜 굴곡탄성률이 증가하였다. 또한 고분자매트릭스와의 접착특성을 향상시키기 위해 홍조류 섬유에 전자빔을 조사하여 표면 처리한 경우에도 바이오복합재료의 동역학적 특성이나 열적특성은 큰 변화를 보이지 않았다.⁵

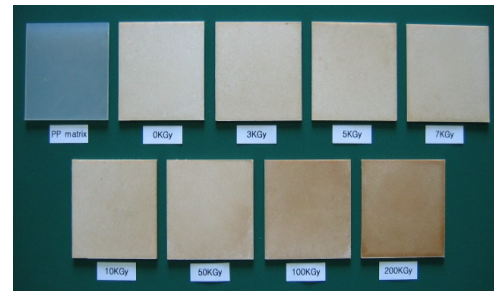


Fig. 2 Biocomposites reinforced with algae fibers irradiated with different doses of electron beam

4. 결론

홍조류 섬유는 기존의 바이오복합재료에서 식물성계 천연섬유 보강재를 대체하여 사용할 수 있으며 홍조류 섬유 보강 바이오복합재료는 매우 우수한 치수안정성을 나타내었다. 이러한 온도 변화에 따른 우수한 치수안정성은 홍조류 섬유 보강 바이오복합재료를 자동차 내·외장재뿐만 아니라 휴대폰 케이스 등 전자제품 등에 대한 활용 잠재성을 보인 것으로 판단된다.

References

- [1] 한겨레신문, 2007년 8월 29일자, “국산 해조류 개도박 CO₂ 흡수 열대림의 5배”
- [2] S.O. Han, M.H. Han, “천연섬유를 이용한 환경친화성 바이오복합재료 개발현황”, 2002, 화학세계, 7월호, pp. 28-33
- [3] Y.H. Han, S.O. Han, D. Cho, H.I. Kim, 2007, “Kenaf/Polypropylene Biocomposites: Effects of Electron Beam Irradiation and Alkali Treatment on Kenaf Natural Fibers”, Comp. Interf., vol. 14, no.5-6, pp. 559-578
- [4] M.W. Lee, Y.B. Seo, S.O. Han, 2008, “Use of Red Algae Fiber as Reinforcement of Biocomposite”, Journal of Korea TAPPI, vol.40, no.1 (124), pp. 62-67
- [5] M.W. Lee, S.O. Han, Y.B. Seo, 2008, “Red Algae Fibre/PBS Biocomposites: The Effect of Fibre Content on Their Mechanical and Thermal Properties”, Comp.Sci.Tech, vol.68, no.6 pp. 1266-1272.