

バイオディーゼル燃料(BDF)製造残渣を原料とする生分解性農業用マルチフィルムの開発試作

吉田 美樹 [株式会社アグリバイオインダストリ／代表取締役 CEO]

松島 得雄 [株式会社アグリバイオインダストリ／取締役 CTO]

鳥谷部 哲也 [株式会社アグリバイオインダストリ 研究開発部／主任研究員]

石澤 秀太 [株式会社アグリバイオインダストリ 研究開発部／研究員]

千田 祐華 [株式会社アグリバイオインダストリ 研究開発部／R&D 支援]

棟方 正信 [北海道大学大学院工学研究科／教授]

田島 健次 [北海道大学大学院工学研究科／准教授]

佐藤 康治 [北海道大学大学院工学研究科／助教]

大嶋 武 [北清企業株式会社／取締役社長]

可児 浩 [北海道立工業試験場 材料技術部 高分子材料科／研究職員]

出村 克彦 [北海道大学大学院農学研究科／教授]

背景・目的

近年、再生可能な資源からの有用物質生産法の開発が急務とされている。廃食用油等からのバイオディーゼル燃料(BDF)の製造もその一つであり、世界各国で普及している。しかし、現状の BDF 製造方法では、約20%程度の製造残渣(廃グリセリン)が発生し、この処理が大きな問題となっている。一方、農作物の高収量生産に必要な農業用マルチフィルムは、その多くが石油由来の樹脂で作られており、昨今の原油価格の高騰から末端価格が上昇、寒冷地型農業を営む北海道の農業経営を圧迫している。また、石油由来樹脂を原料とする非生分解性農業用マルチフィルムは、回収及び廃棄処理に多大な労力とコストがかかるという問題がある。そこで、その処理が問題となっている BDF 製造残渣から、微生物を用いることによって生分解性プラスチック(ポリヒドロキシアルカン酸(PHA))を発酵生産し、それを利用した完全生分解性農業用マルチフィルムの開発を目的とした。

内容・方法

BDF 製造残渣を原料とし、中鎖軟質系 PHA を製造する微生物(*Pseudomonas* sp. SG4502)を90Lスケールのファーマンターでフェド・バッチ培養し、遠心分離により菌体を回収後、凍結乾燥を行い、乾燥菌体から軟質系 PHA を抽出した。また、培養液上清を採取し、油分やエーテル可溶化分などの分析を行った。硬質系 PHA は、90 Lスケールのファーマンターで糖源を原料とし、組換え大腸菌をフェド・バッチ培養することによって得られた菌体から抽出した。

生産した PHA は、同様に生分解性を有するプラスチッ

クであるポリ乳酸(PLA、ユニチカ社、テラマック TE-2000)と配合割合(PHA:PLA=50:50など)を変えて190℃にて混練した。この混練サンプルを190℃で加圧プレスし、0.5mm厚の試験片を作製後、引張強度、引き裂き強度、弾性率、流れ性等の基本物性を測定した。また、この試験片を2cm×2cmに切り、ポリビーカーに入れたコンポストに埋入し、30℃で1ヶ月間、生分解性試験を行った。

結果・成果

BDF 製造残渣を原料として、90Lスケールでの培養1回あたり、500gの軟質系 PHA が得られ、pH、DO などの培養パラメータから、今後のスケールアップに必要なデータを得ることができた。また、培養後の成分分析から、BDF 製造残渣中の有機物が PHA に変換されることで浄化されており、BDF 製造残渣を原料とした微生物の培養が、新しい排水処理方法として有効であることが確認された。他方、硬質系 PHA については、糖源を原料として、90Lスケールで組換え大腸菌を培養し、培養1回あたり、1,000gを得た。

硬質系の PHA と PLA をそれぞれ10%刻みで混練したサンプルを加圧プレスにより成形し、得られた試験片の物性を測定したところ、引張強度、引裂強度は硬質系 PHA の割合が多くなるほど低下し、弾性率についてはより柔軟になり、流れ性も上昇するという結果が得られた。同様に、PLAに軟質系 PHA を1、5、10%加えて混練したサンプル(ポリマーアロイ)についても物性測定を行った。その結果、硬質系 PHA の際と同様に引張強度、引裂強度は軟質系 PHA の割合が多くなるほど低下し、柔軟になり、流れ性も上昇するという結果が得られた。しかし、流れ性が上昇しすぎるとフィルム化が困難となるため、硬質系 PHA の添加量は20~30%、軟質系 PHA の添加量は5%程度が望ましいことがわかった。

生分解性試験では、PLA100%のサンプルでは、1ヶ月では大きな変化が見られず、硬質系 PHA の配合割合を多くすることで分解性が改善され、特に PHA の配合割合が80%を超えると1ヶ月程度で完全生分解することがわかった(図1)。同様に、PLAに軟質系 PHA を1、5、10%加えて混練したサンプルについても分解性評価を行ったが、一ヶ月程度では大きな変化は見られなかった。これは、軟質系 PHA の配合割合が硬質系のものに比べて低いことが原因と考えられる。一般に、農業用フィルムは作物の収穫後に生分解し、最低でも3ヶ月は分解しないことが望ましい。よって、PLAに対する PHA の配合割合を高くしすぎると、材料全体の分解速度がはやくなり、農業用フィルムとして適さなくなる可能性がある。

以上のことから、PHA は PLA の様な硬く生分解性が乏しいプラスチックと混練することにより分解性等を高める改質剤として利用できることがわかった。また、PLA と PHA を混練する場合、その配合比率は PLA に対して硬質系 PHA は20~30%、軟質系 PHA は5%程度が

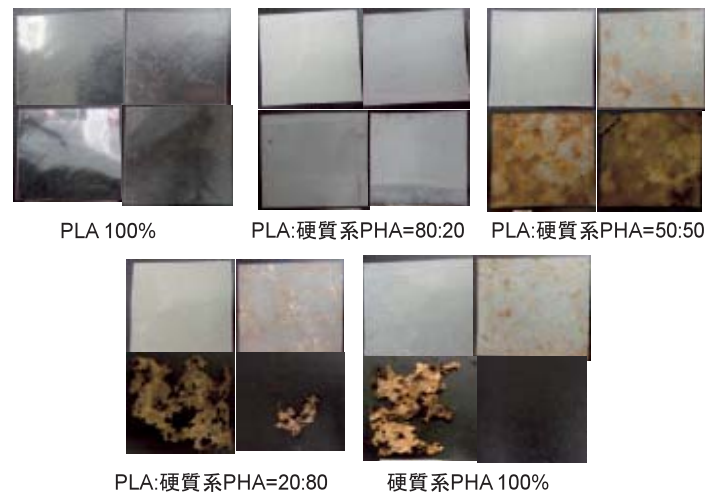


図1 PLA と硬質系 PHA 混練フィルムの生分解性
(写真左上：0日、右上：7日、左下21日、右下：30日)

適正であるということが示唆された。

今後の展望

BDF 製造残渣を利用した PHA 生産技術に関しては、今回の培養データをもとに、1,000L スケールの培養装置にて軟質系 PHA の大量生産を行い、更なるスケールアップに向けた培養条件の最適化を行う。そして、これらの技術を総合的に活用することにより、農業用マルチフィルム向け生分解性プラスチックの安定生産及び、BDF 製造残渣の効率的な処理を行う予定である。

また、フィルム化に関しては、配合比率を決定した後、樹脂のペレット化を行い、試作フィルムを作製する。その際に、成型方法や引き取り速度、ブローアップ比等の成形条件やフィルム厚などを検討し、作製したフィルムを用いて様々な物性試験、性能試験を行う予定である。