

# ポリ乳酸 / ABSアロイの開発

日本エイアンドエル(株) 研究所 ABS研究グループ  
 矢野 克典 伊藤 雅典 吉田 治一郎

## はじめに

現在、地球上では、干ばつ、集中豪雨、豪雪、竜巻等の異常気象・災害が頻発しており、さらには北極・南極の氷河、氷床の減少、動植物の生態系の変化等が、地球温暖化による影響と考えられている。

地球温暖化の原因としては諸説あるが、「温室効果ガス」説が有力であり、石油資源の利用により、多量の炭酸ガス等の温室効果ガスが大気中に放出されて、地球温暖化が引き起こされる。産業革命以前の炭酸ガス濃度が280ppm程度に対し、現在380ppmで、約36%の上昇率である。そのため、0.3~0.6（日本では、1）の気温の上昇が確認され、10~35cm海面上昇が報告されている。その状況下、各国により京都議定書が採択され、日本においても6%の炭酸ガス削減が課せられている。

一方、炭酸ガス発生の原因である石油も限りある資源であり、将来の枯渇時に備えて、石油を原料としないプラスチックの製造と、石油に代わるエネルギー源の獲得は人類にとって避けられない問題である。最近では、石油に代わるエネルギーとして、植物であるとうもろこし由来のバイオエタノールが脚光を浴び、その急激な需要により経済にも影響を与える程となっているが、石油を原料としない材料としても、太陽エネルギーと大気中の炭酸ガスを吸収して成長する植物を原料とした材料（バイオマスプラスチック）が注目されつつある。

バイオマスプラスチックは、廃棄焼却時に炭酸ガスが発生しても、もともと大気中に存在していた炭酸ガスを植物が吸収したものであり、その発生量はゼロと見なされる（カーボンニュートラル理論：Fig. 1）。加えてその成型品を長期使用することで、炭酸ガスの固定化にも繋がる。

このように京都議定書における炭酸ガス6%削減を達成する政府の国家戦略として、バイオマス利用技術の開発・導入の促進が挙げられている。

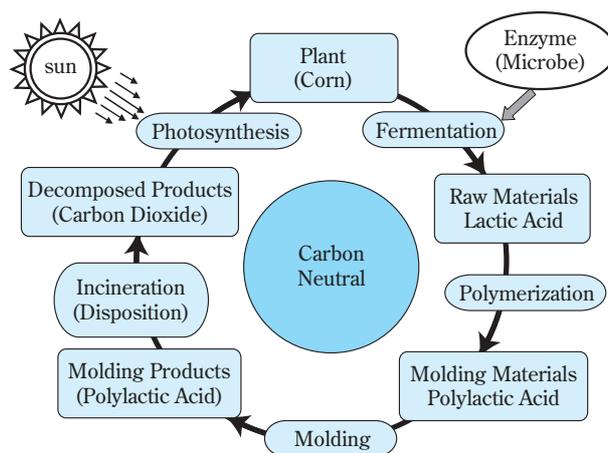


Fig. 1 Carbon Neutral

バイオマス材料の中でもポリ乳酸（PLA）は、とうもろこし、イモ類から得られるでんぷん等の糖質を発酵させて高収率で得られる乳酸を原料とし、すでに米国ネイチャーワークス社が量産化を開始しており、価格も汎用樹脂と競合するレベルまで下がつつあるため、家電・自動車メーカー等の注目を集めている。

日本における汎用プラスチックの年間の生産量は1,400万トン（世界2位）であり、これに対し、アメリカでは年産24,000万トンのとうもろこしがあり、そのほとんどが家畜、家きんの飼料であるが、ネイチャーワークス社はその余剰とうもろこしからPLAを製造している。また中国でも14,000万トンのとうもろこしを生産しており、その利用法としてPLAの製造が検討されている。

生産収率は、とうもろこし粒1トンから、PLAは600kg製造でき、日本におけるプラスチック生産量である1,400万トンのPLAを製造するためには2,333万トンのとうもろこしが必要になるが、これはアメリカと中国のとうもろこしの数%程度である。

最近では、バイオエタノールの需要の伸びにより、バイオエタノールと同原料であるとうもろこしが不足し、価格高騰しているが、将来的には、木屑、もみ殻、麦わら等のセルロースを原料とする試みも検討されている。

#### 環境対応材料としてのPLA

前述のように、PLAは、とうもろこしのでんぷんを原料としており、微生物の発酵で得られた乳酸を重合して得られる（Fig. 1）。つまりは、太陽エネルギーによる光合成と微生物による発酵過程において、バイオエネルギーを利用しており、石油系樹脂より化石燃料の使用は比較的低くなる。その分、化石燃料使用時の炭酸ガス発生量は低減される。また分子構造上、低炭素含有率であることより、廃棄焼却時の炭酸ガス発生も少ない上に、カーボンニュートラルの観点から、ゼロとみなされるので、LCA（ライフサイクルアセスメント：資源の採掘から原材料、加工組立、製品の使用、そして廃棄段階にいたるライフサイクル全体の炭酸ガス発生量）は他の石油由来の汎用樹脂よりも低く（Fig. 2）、炭酸ガス削減材料としては、最適な材料と言える。

#### PLA/ABSアロイ“テクニース®”TLシリーズ開発

PLAは結晶性樹脂であり、単独の利用においてはその結晶化速度が極めて遅いため、延伸操作を伴わない射出成型等の加工法では結晶化が進行せず、通常の成型条件では成型サイクルが長くなるとともに、十分な耐熱性が得られない。

さらには脆く（耐衝撃性に劣る）、加水分解しやすい（耐久性に劣る）という欠点があり、実用化の範囲は限定されている。

そのためPLAの使用において、耐熱性を向上する手段として、無機鉱物、ケナフ、竹等の繊維、造核剤等を利用する方法が開発されているが、いずれも100以上の金型温度が必要であり実用性が劣る。

またPC（ポリカーボネート）、PMMA（ポリメチルメタクリレート）のような耐熱性に優れる石油系樹脂

とのアロイ材の開発も検討されているが、PMMAにおいては、耐熱性向上効果は低く、またPCにおいては、LCAが高く、環境負荷低減効果が低い。

そこで、当社では、PCより低LCAであるABS（アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン樹脂）とのアロイに注目し、ABSを主要構成成分とするPLAとのアロイにより、ABSと同等の物性を有するアロイ材を開発した。言い換えれば当社開発のPLA/ABSアロイを用いることにより、従来のABSに比べ、LCAを14%低減することが可能となる。

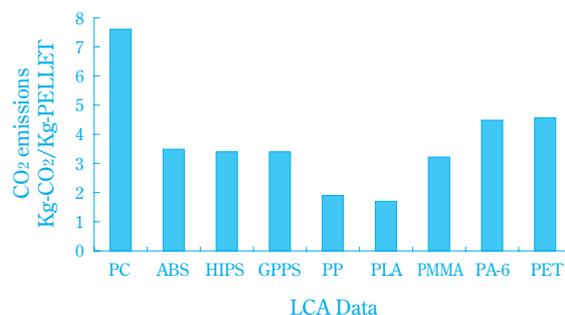
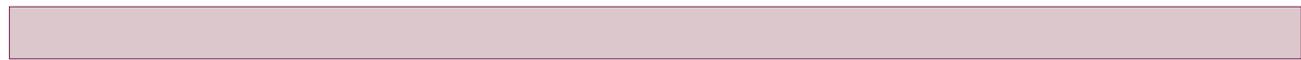


Fig. 2 LCA Data

PLAとABSは、適度な相溶性があり、当社開発のPLA/ABSアロイでは、主要成分であるABSがマトリックス部となる海島構造を取るため、ABSの耐熱性を維持可能な組成である。ただし植物度が50wt%以下となりLCA削減効果は低くなるが、成形性、基本物性に関して実用性を重視する上では妥当な比率と言える。

また、2006年から運用されているバイオマスプラ識別表示制度において、25wt%以上のバイオマス材料の使用でバイオマスプラ認定を受けることが可能となり、当社のPLA/ABSアロイでは25wt%以上のPLAを使用しているため、バイオマスプラ認定が可能である。

当社開発のPLA/ABSアロイにおいては、PLA/ABSアロイ用の新規な相溶化剤の開発に成功し、数wt%の相溶化剤の添加で無添加時の3~5倍の耐衝撃性向上を達成している。さらに耐久性向上に関しても、



**Table 1** PLA/ABS Alloy “Techniace®” TL Series

Properties	Test method	Test condition	Unit	Standard	Heat resistance	High colour development	ABS Standard
Melt index	ISO 1133	220°C 10kg	cm <sup>3</sup> /10min	38	25	16	20-60
Tensile modulus			MPa	2000	2200	2400	1800-2300
Tensile stress at yield	ISO 527	23°C	MPa	50	59	63	40-50
Tensile strain at break			%	6	27	8	10-20
Flexural modulus			MPa	2400	2660	2700	2200-2600
Flexural strength	ISO 178	23°C	MPa	70	86	88	65-80
Charpy notched impact strength	ISO 179	23°C	kJ/m <sup>2</sup>	55	31	19	15-35
Temperature of deflection under load	ISO 75	1.8MPa	°C	75	86	68	78-81
		0.45MPa	°C	92	-	87	90-92

既存の耐加水分解抑制剤に加えて、ABSとして塊状重合法による極めて不純物の少ないABSを使用することにより、乳化重合法によるABSと比較して、以下のような改善が可能となった。①70%RHでの湿熱条件下でのライフ（機械的強度保持時間）を3倍以上に延長させることが可能となった。②成型時に発生するガスが少なく、金型汚染や成型品外観不良といった問題を回避でき、そのため、通常の汎用ABSと同様に成型加工することが可能である。

用途としては、基本性能において、ほぼ汎用ABSと同等であるが、耐久性（耐加水分解性）の面で、汎用ABSには及ばないのが現状であり、消耗品を始めとする比較的耐久性を必要としない部材（常温使用で、5～10年程度）に展開中である。

なお、PLA/ABSアロイの銘柄として、汎用、耐熱の2タイプに加えて、発色性を改良したタイプの3銘柄を揃えている（Table 1）。

### おわりに

当社のPLA/ABSアロイはABSのLCAを14%削減した環境負荷低減材料で、またABSの一部を植物材料に置換した石油枯渇時対応材料でもあり、各家電、自動車メーカー等を中心に環境への配慮の意識が高まっている中、その需要の増加が予想される。また、難燃性（V-0相当）を付与、耐加水分解性の向上等で用途展開をはかり、さらなる需要が期待できる。

お問い合わせ先 / 日本エイアンドエル(株)  
 研究所 ABS研究グループ  
 TEL : 072-268-3552