

ポリカーボネート（PC）のモノマーへの リサイクル技術

京都工芸繊維大学・工芸学部 畑 宗平、山田 悦、奥 彬

概要： 廃プラを高炉コークス代替物、油化燃料として扱うゴミ処理的政策が続くと、環境問題の根幹にある資源枯渇が加速されることを指摘し、高分子を製造する化学企業が、廃プラの化学的再循環システムを積極的に構築し、資源枯渇到来を遅延して次世代への責任を明確にすべきことをまず述べる。将来、植物資源からプラスチック生産が可能になっても現在の化石資源依存量の2割しか供給できず発展途上国での石油需要も加速するから、石油は物質資源として保全し、エネルギー資源は他の資源にシフトすべきである。そのための生産・消費社会の基本形態として、廃プラに関してはモノマーリサイクルが理想であり、その実現を理念とする我々の技術的研究を紹介し、同時に方策を提言する。

モノマーリサイクルの有利性： 著者らが研究を進めているのは、解重合反応が化学的に容易な重縮合型高分子系の廃プラであり、今回は特にポリカーボネート（PC）のモノマーリサイクル技術の要点について紹介し、今後の廃プラリサイクルへの指針を示してみたい。

アルカリ触媒または無触媒法によるポリカーボネート（PC）のモノマーリサイクル： 本研究の特色は、PCをビスフェノールA（BPA）ならびに炭酸誘導体として定量的かつ簡便にリサイクルする事にある。

リサイクル法Aの特色： 1) PCの加メタノール解重合反応で得られるBPAと炭酸ジメチル（DMC）は、新品のPCを再生できる重合用モノマーである。2) 低廃熱が利用できる60℃という処理温度なのでエネルギーコストが極めて低い。3) BPAとDMCは混合反応溶媒系（トルエン・メタノール）で容易に分離される。4) 金属、色素などコンポジット材料が混在していてもモノマーが精製分離できる。

リサイクル法Bの特色： 1) 無触媒加アミン分解で廃PCから定量的に得られるBPAは各種樹脂のモノマーとして、DMIは用途の広い工業用溶媒としての市場を持つ、2) この解重合では生成物のDMI自体を溶媒として使用できるので、分離エネルギーコストが低い。

リサイクル法Cの特色： 1) PCとEGを反応させ、中間体にBPAとDMCの生成を介在させて、最終的に新規ジオールのBHE-BPAが定量的に得られる、2) BPAより化学的安定性に優れたジオールへの変換により、回収PC再利用の用途が開ける。

A, B, C法のいずれにも共通の特色は、1) PC樹脂を固体のまま投入できる。2) BPAは解重合系から個体として分離され、不純物（金属箔、色素、ポリオレフィン系プラスチック等）の分離除去が容易である（高純度のモノマー再生）。3) したがって廃PC精製前処理がかなり省略できる。4) 炭酸ユニットはPC再生のためのモノマー、あるいは市場の広い工業製品の炭酸誘導体として利用される。5) 簡便で廉価な小型常圧反応装置が使用でき、地域ごと回収サイトでモノマー変換できるから輸送費も低い。5) 解重合条件は60-80℃で60-10分と低廃熱が利用でき、エネルギーコストが低い。

このように廃PCプラスチックは、熱的な安定性とは逆に化学的反応性は高く、モノマーリ

サイクルに好適である。したがってPC製品の商品開発や分別回収システムを、モノマーリサイクルに合ったように改革することが必要といえる。PCのみならずPETやナイロン、ポリアセタール、ポリウレタン、さらには熱硬化性樹脂の一部についても、モノマーリサイクルシステムへの改革を進めるべきだろう。

石油ならびに廃プラを物質製造用の炭素資源として温存すべきこと： 物質製造の原料資源として不可欠な石油の重要性とその短い資源寿命を、同じ化石資源であっても長い資源寿命を持つ石炭、さらには無限に近い寿命と少ない供給量のバイオマス資源と比較し、さらにエネルギー資源は化石系から脱却できる可能性を考慮すると、資源シフト図2が提案できる。このように、炭素系物質資源では、石油の利便性を優先させた時代進行別ヒエラルキーを構築し、その中で廃プラをエネルギー源にすることの愚かさを払拭して行く努力が必要である。

図1. PCをBPAならびにDMC, BPA-BHE, DMIへケミカルリサイクルする反応

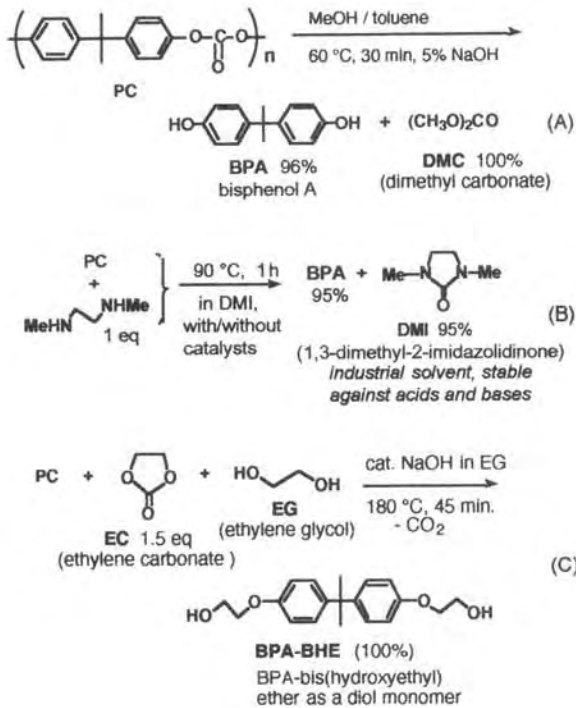
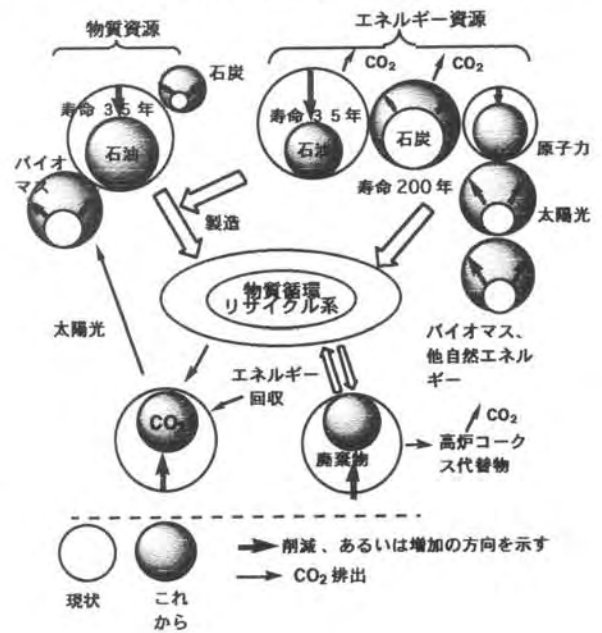


図2. 提案：石油は物質製造用の炭素資源として残すエネルギー資源をシフトさせる



発表文献： 1) L.-C. Hu, A. Oku, E. Yamada, *Polymer*, **39**, 3841 (1998). 2) A. Oku, S. Tanaka, S. Hata, *Polymer*, **41**, 6749 (2000). 3) A. Oku, S. Hata, H. Goto, F. Yamada, *Polymer*, in press.