

**不要になったら直ちに分解できる、
難分解性で高耐熱性のポリマー材料**

**神奈川大学 理学部化学科
教授 木原 伸浩**

2021年12月7日

研究背景： 分解性ポリマーの社会的ニーズ

- (海洋)プラスチックゴミ、マイクロプラスチックが社会問題化し、その解決策が求められている。
- 解決策として各種分解性ポリマーが有力視されている。

従来の分解性ポリマーの問題点

- 生分解性ポリマー
 - 供給量の制限、高い製造コスト、限られた物性、分解に伴う衛生上の懸念、倫理的懸念、から、生分解性ポリマーの適用範囲は極めて限定される。
 - 農業用シート、釣り糸、手術用糸、など、回収できない(しない)ことを前提にした非耐久材が生分解性ポリマーの適用である。

従来の分解性ポリマーの問題点

- 光/熱分解性ポリマー
 - 分解性と安定性（耐熱性・耐候性・耐薬品性）は両立しないので、一時的な用途以外には使用できない。
 - 弱い結合が用いられるので、力学的強度に劣る場合が多い。
 - 分解しても消滅するわけではなく、材料表面に残存して、除去されない。

分解性ポリマーの解決すべき課題

- 分解性と安定性を高いレベルで両立させること
 - 高耐熱性、高耐候性の分解性ポリマーを実現させる。
 - 従来の分解性ポリマーでは、分解性と安定性はトレードオフの関係にあり、両立は不可能である。
- 高強度材料であること

新規分解性ポリマーの特徴

酸化分解性ポリマー

- 従来の分解性ポリマーと異なり、

高い分解性
使用時の安定性
優れた物性

が両立

- 分解生成物は消失する

新規分解性ポリマー

分解性

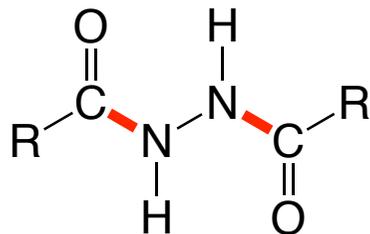
安定性

高物性

酸化分解性ポリマーのしくみ

ジアシルヒドラジンの特性と反応

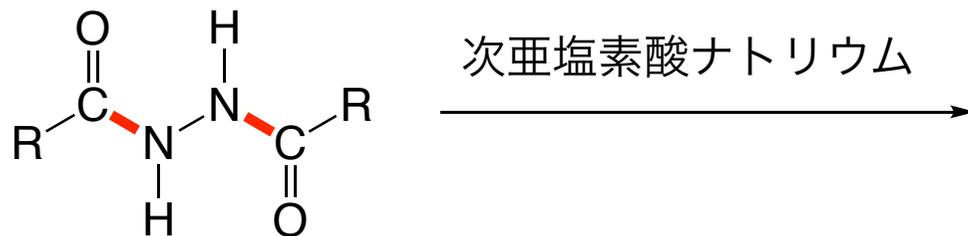
- アミドである
 - アミドは、ナイロンやアラミドの主官能基
 - 高強度、高耐熱性、耐候性、耐薬品性をもたらす



酸化分解性ポリマーのしくみ

ジアシルヒドラジンの特性と反応

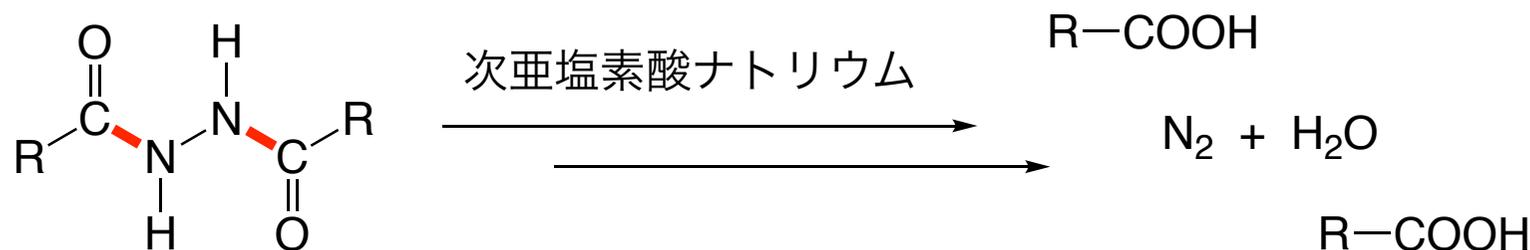
- 酸素に対して**安定**
 - 空気中で使用中は分解しない(酸化されない)
- 次亜塩素酸ナトリウムなどによって**速やかに酸化**される



酸化分解性ポリマーのしくみ

ジアシルヒドラジンの特性と反応

- 酸化されると、直ちに加水分解される
- 生成物は窒素ガスとカルボン酸
 - 生成物は明確で、安全な化合物
 - 生成物は水溶性で、そのまま除去される



酸化分解性ポリマーのしくみ

ジアシルヒドラジンの特性と反応

- 次亜塩素酸ナトリウムは**非天然**の刺激
 - 刺激を与えるまで(使用中は)分解しない。刺激が与えられると直ちに分解消滅する。
- ジアシルヒドラジンを**主鎖**に組み込んだポリマーは、**使用中は安定な高速分解性ポリマー**となる
 - 高い力学的特性も示す

酸化分解性ポリマーの応用

酸化分解性接着剤

- 酸化分解性エポキシ樹脂



次亜塩素酸ナトリウム



自発的な剥離

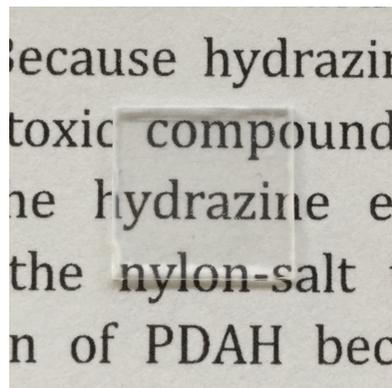


清浄な表面

酸化分解性ポリマーの応用

酸化分解性架橋体

- 酸化分解性高強度透明板



次亜塩素酸ナトリウム



消失

溶媒不溶架橋板

酸化分解性ポリマーの応用

酸化分解性架橋体

- 酸化分解性炭素繊維強化プラスチック (CFRP)



次亜塩素酸ナトリウム



透明架橋体で作ったCFRP

回収CF

酸化分解性ポリマーの応用

酸化分解性架橋体

- 酸化分解性高吸水性ポリマー (SAP)

水で膨潤した高吸水性ポリマーを
次亜塩素酸ナトリウムで瞬間可溶化



<https://www.dropbox.com/sh/9321ubbwhcxeucc/AADgSBervA648T57e0ZFdMELa?dl=0>

想定される用途

- 分解性接着剤（エポキシ樹脂など）
- 分解性塗料（ウレタン樹脂など）
- 分解性筐体・パッケージ（ポリエステルなど）
- 分解性架橋体（高吸水性ポリマーや FRP など）
- 上記以外にも、使用中は高い安定性と力学的強度が必要とされながら、使用後は直ちに分解除去することが望ましいあらゆる分野

実用化に向けた課題

- 重縮合系・重付加系ポリマーには分解性の導入が容易だが、熱可塑性ビニルポリマーへの分解性の導入が課題（現在検討中）
- 電子回路に悪影響を与えない分解液の開発
 - 部分的には開発済み
- 液体を用いない、気相・乾式分解の開発
 - 部分的には開発済み
- 分解性の導入に伴う物性の変化を抑えるための分子設計を必要とする（個別対応）

企業への期待

- 既存の材料を分解性にするのではなく、用途に応じた分子設計によって新しい材料を開発する。
- 新規材料の開発を目標にする企業
 - 自社で新材料の合成が難しい場合は、受託合成会社との三者共同研究が必要
- 成形・商品開発を目標とする企業
 - 用途・製品に応じた材料を開発・提供する素材メーカーとの三者共同研究が必要

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : ポリ(ジアシルヒドロジン)の製造方法、及びポリ(ジアシルヒドロジン)
- 出願番号 : 特開2011-052075
- 出願人 : 学校法人神奈川大学
- 発明者 : 木原 伸浩

他、未公開特許もあり

お問い合わせ先

神奈川大学

研究支援部 産官学連携推進課

TEL 045-481-5661

FAX 045-481-6077

e-mail sakangaku-renkei@kanagawa-u.ac.jp