

# 環境公害文献集

第6集(昭和46年)



## 記事転載について

本誌の記事を転載される場合は、必ず事前に“情報センター出版物記事転載に関する処理要綱”に定める手続をおとり願いたく存じます。要綱および転載申込については所定の用紙がございます。

なお、無断で本誌の記事を転載、再編集あるいは、カードによる複製配布等をされた場合は当情報センターの保有する著作権、出版権にふれることがありますから十分ご注意ください。

連絡先：本部業務第一課または各支所

## お知らせ

- 本誌に落丁・乱丁がございました節は、誠に恐れ入りますが現品を当情報センター業務部出版課および支所管轄地域の方は、それぞれ大阪支所・名古屋支所あてお送り下さい。お取り替えいたします。かつてながら現品送付のない取り替え要求はお断わりいたします。
- 未着事故などのご連絡は発行後2か月以内をお願いします。以後は原則としてお受けできません。なお、ご連絡の際には、必ず宛名下の発送コード番号をお知らせ下さい。

## 環境公害文献集 全集(第1集～第6集)

予約定価 17,000円

### 第 6 集

昭和47年3月28日印刷  
昭和47年3月31日発行 1972 ©

編集ならびに発行人

特 殊  
法 人

日本科学技術情報センター

常務理事 佐々木 即

|       |     |                                                                              |
|-------|-----|------------------------------------------------------------------------------|
| 本 部   | 100 | 東京都千代田区永田町二丁目5-2<br>〔100-91東京中央郵便局私書箱第1478号〕<br>電 話：東京581-6411<br>振 替：東京2996 |
| 大阪支所  | 550 | 大阪市西区ウツボー一丁目118<br>電 話：大阪443-6521<br>振 替：大阪14696                             |
| 名古屋支所 | 460 | 名古屋市中区栄二丁目10-19<br>名古屋商工会議所ビル<br>電 話：名古屋221-8951<br>振 替：名古屋4039              |

この環境公害文献集は理工学、医学、農学の各分野を含み次の要領で編集、発刊されております。

## 1. 対象分野

理工学、医学(生物学を含む)および農学(水産関係を含む)

## 2. 情報源

下記の情報源より重要文献が抽出されます。

(1) 理工学分野：JICSTで処理している雑誌

(2) 医学分野：①医学中央雑誌(医中)

②Index Medicus(IM)

③Biological Abstracts(BAb)

(3) 農学分野：①日本農学文献記事索引(農索)

②Bibliography of Agriculture(BAg)

③World Fisheries' Abstracts(WF)

## 3. 内容と発行予定日

昭和46年3月～47年3月までに下記の6集が刊行されます。収録範囲を、分野および上記の情報源の発行年月で示せば、下記の通りです。

|     | 理工学<br>(文献速報から抽出)          | 医学<br>(上記2次資料より抽出) | 農学<br>(上記2次資料より抽出)                               | 発行および<br>発行予定年月 |
|-----|----------------------------|--------------------|--------------------------------------------------|-----------------|
| 第1集 | 45/1～45/6                  |                    |                                                  | 46/3            |
| 第2集 | 45/7～46/3                  | 45/1～45/12         | 農索：45/10～45/12<br>BAg：45/1～45/4<br>WF：45/1～45/12 | 46/6            |
| 第3集 | 44/4～44/12                 |                    |                                                  | 46/8            |
| 第4集 | 46/4～46/8                  | 46/1～46/4          | 第4集以降は2次資料<br>到着次第、順次処理を<br>行なう                  | 46/10           |
| 第5集 | 46/9～46/11<br>+新規雑誌より直接、入力 | 46/5～46/7          |                                                  | 47/1            |
| 第6集 | 雑誌より直接、入力                  | 46/8～46/9          |                                                  | 47/3            |

注) なお下記の点にご留意下さい。

①医学、農学については、抽出範囲に多少の変動があるかもしれません。

②第3集は理工学分野に限った**課題のみの**遡及版です。

# 本書の構成

## 1. 本書を構成する分野

当第6集は、理工学、医学（生物学を含む）および農学（水産関係を含む）より構成され、それぞれ、〈理工学の部〉、〈医学の部〉および〈農学の部〉といった3部に独立して編成しています。これとは別に、当第6集からは〈環境公害トピック情報〉を掲載しています。

## 2. 情報源

### 〈理工学の部〉

当第6集では、昭和46年12月から昭和47年1月までの間に発行された「科学技術文献速報」の環境公害問題に関連のある記事が掲載されている各シリーズ（化学、土木建築、機械、電気、金属、経営管理、日本化学総覧）から、環境公害に関するあらゆる情報を選択し、更に新たに収集した環境公害雑誌からの記事を加えて再編成したものです。

「科学技術文献速報」は、情報源として、世界49カ国、約7,000種の理工学専門誌、レポート類から年間的350,000件に及ぶ文献を抽出しており、こうした膨大な情報量の文献に目を通したのと同じ価値をもちます。これによって得られた当第6集での環境公害文献は2,020件に達しています。

### 〈医学の部〉

当第6集では、次の情報源より環境公害問題に関係ある記事を抽出いたしました。

- ① 医学中央雑誌（医中）昭和46年7月～10月発行分（276〔2〕まで）
- ② Index Medicus（IM）昭和46年8月～10月発行分
- ③ Biological Abstracts（BAb）昭和46年8月～10月発行分（52〔19〕まで）

医中での収録数は、わが国の雑誌、1,500種を情報源として年間約100,000件に及んでおり、また、IM、BAbでの収録数は、それぞれ各国の雑誌2,500種、8,300種を情報源としてそれぞれ年間約250,000件、150,000件に及んでいます。結局、医学および生物学の分野からは、このような多量の情報から適切な環境公害文献を435件抽出しています。なお、わが国の雑誌中からの該当情報は、すべて医中からのみ抽出し、IM、BAbからはもっぱら海外雑誌に限定しています。またIM、BAbから、同一記事が重複して抽出されぬよう、記事の選定段階で十分な配慮を払っています。

### 〈農学の部〉

当第6集では、次の情報源より環境公害問題に関係ある記事を抽出いたしました。

- ① 日本農学文献記事索引（農索）昭和46年11月～12月発行分
- ② Bibliography of Agriculture（BAg）昭和46年3月～5月発行分
- ③ World Fisheries Abstracts（WF）昭和46年7月～9月発行分

農索での収録数は、わが国の雑誌500種を情報源として年間約8,000件に及んでおり、またBAg、WFでの収録数は、それぞれ各国の雑誌7,000種、200種を情報源としてそれぞれ年間約60,000件、8,000件に及んでいます。結局、農学および水産関係の分野からは、こうした情報量から適切な環境公害文献を881件抽出しています。なお、わが国の雑誌中からの該当情報は、すべて農索からのみ抽出し、BAg、WFからはもっぱら海外雑誌に限定しています。またBAg、WFから、同一記事が重複して抽出されぬよう、記事の選定段階で十分な配慮を払っています。

## 3. 文献の採択範囲

科学技術的視点で書かれている環境公害文献は、すべて採択されています。ただし放射能汚染、職業病などは原則として環境公害の対象から除外しています。抄録誌から、該当情報を抽出する際に、タイトルに環境公害に関する言葉がなくとも、抄録中に環境公害に関する記事があれば採択しています。

## 4. 分類

分類は目次からわかります。〈理工学の部〉については、大分類は、公害一般、水質汚濁、大気汚染、廃棄物処理、その他の公害の5本の柱とし、騒音・振動や農薬の問題などは、その他の公害の中に、中分類項目を起してまとめました。目次の〔 〕で囲んだ項目が小分類であり、大分類とこの〔 〕

で表示された小分類との間に、中分類があることがわかります。なお、ゴシックにより表示した部分は、その小分類に含まれる件数が、かなり大きな値となったために設けた補助分類です。

「**医学の部**」については、大分類は、公害一般、水質汚濁、大気汚染、廃棄物、悪臭、騒音、農薬・残留農薬、食品・食品添加物、その他の9本の柱となっています。

これに対し、「**農学の部**」については、大分類は、公害一般、水質汚濁、大気汚染、廃棄物処理、悪臭、土壤汚染、食品・食品添加物、農薬・農薬残留、その他の9本の柱としています。

## 5. 記事の配列

「**理工学の部**」では、個々の記事に付記されているUDCは、「文献速報」に用いられているものをそのまま、利用しており、環境公害の視点からみたUDCを付記せずに配列しているため、UDCの近似標数が、まとまった集合を必ずしもみせていません。

これらは、ご利用者各位のご意見も参考に、逐次、改善に努力いたしたいと存じます。

なお、小分類の下分け、補助分類の下分けは、見出しをたて、並べてはいませんが、編成作業上、下記の小分類に限り、次のような配列をもって整理しましたので、利用時には参考にして下さい。

| 水質汚濁 (大分類)              | 生物学的処理 (補助分類)         | 大気汚染 (大分類)              |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 防止技術 (中分類)              | 一般                    | 防止技術 (中分類)              |
| 用廃水処理 (小分類)             | 活性スラッジ法               | 排ガス処理法 (小分類)            |
| <b>物理的・化学的処理 (補助分類)</b> | 散水ろ床法                 | 一般                      |
| 一般                      | けん気性処理                | 吸収                      |
| スクリーニング                 | ラグーン法                 | 吸着                      |
| 沈澱・濃縮                   | その他                   | ろ過                      |
| 浮上                      | 配列順序                  | 集じん                     |
| ろ過                      |                       | 燃焼                      |
| 逆浸透                     | <b>その他の処理法 (補助分類)</b> | その他                     |
| エアレーション・脱ガス             | 処理水の処分                | 産業排気処理 (小分類)            |
| 中和                      | スラッジの処分               | 一般                      |
| 凝集・混和                   | 有用物質の回収               | 化学工業排気                  |
| 酸化・還元                   | 水の再生と利用               | 食品工業排気                  |
| 吸着                      | その他                   | 鉍工業排気                   |
| イオン交換                   | <b>産業廃水処理 (補助分類)</b>  | 農業排気                    |
| 除硬法                     | 一般                    | その他                     |
| 脱塩                      | 化学工業廃水                | 配列順序                    |
| 重金属除去                   | 食品工業廃水                |                         |
| 殺菌消毒                    | 鉍工業廃水                 | のような配列順序で、それぞれ整理されています。 |
| その他                     | 農業廃水                  |                         |
|                         | その他                   |                         |

「**医学の部**」では、大分類水質汚濁の項では、河川汚濁の中分類にあっては、各小分類下では、その下分けの見出しこそつけてはいませんが、編成作業の上で一定の配列を行なっています。また大分類大気汚染の項でも各中分類下では、同様に一定の配列を行なっています。これを、次に示します。

| 水質汚濁 (大分類)      | 大気汚染 (大分類)    | ふっ化物 |
|-----------------|---------------|------|
| 河川汚濁 (中分類)      | 予防対策 (中分類の一例) | 粉じん  |
| 水質調査測定 (小分類の一例) | 一般            | 混合汚染 |
| 一般              | いおう酸化物        | その他  |
| 重金属             | 一酸化炭素         |      |
| 有機溶媒            | 光化学           |      |
| 細菌              | 窒素酸化物         |      |
| その他             | 重金属           |      |
|                 | 配列順序          |      |

〈農学の部〉では、〈医学の部〉の配列順序と同様の形で使用できるものは、これをそのまま、流用しています。たとえば、大分類水質汚濁の項では、水質汚濁事例、被害機作といった中分類下で、配列順序は、上例の、一般→重金属→有機溶媒→細菌→その他のようになっています。また、大分類大気汚染の項では、大気汚染事例、被害機作といった中分類下で、配列順序は上例の、一般→亜硫酸ガス→光化学スモッグ→ふっ化水素→粉じん→その他のガス→混合汚染→その他のようになっています。そのほか、〈農学の部〉特有の配列順序をとっている部分もあります。それを下に示します。当文献集利用に当たって参考にして下さい。

|                                                                                     |                                                              |                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 水質汚濁（大分類）<br>防止技術（中分類）<br>一般<br>未然防止技術<br>対策技術<br>その他                               | 食品工場廃水（中分類）<br>処理法（小分類）<br>一般<br>活性汚泥法<br>その他                | 防止技術（中分類）<br>一般<br>対策技術<br>その他                                                |
| 配列順序                                                                                | 配列順序                                                         | 配列順序                                                                          |
| 大気汚染（大分類）<br>防止技術（中分類）<br>一般<br>対策技術<br>その他                                         | 土壌汚染（大分類）<br>土壌汚染事例（中分類）<br>一般<br>鉱山<br>精練工場<br>めっき工場<br>その他 | 農薬・農薬残留（大分類）<br>残留分析調査（中分類）<br>一般<br>水質残留<br>農作物残留<br>家畜・畜産物残留<br>土壌残留<br>その他 |
| 配列順序                                                                                | 配列順序                                                         | 配列順序                                                                          |
| 廃棄物処理（大分類）<br>畜舎廃棄物（中分類）<br>ふん尿処理（小分類）<br>一般<br>活性汚泥法<br>焼却法<br>土地還元<br>海洋還元<br>その他 | 被害機作（中分類）<br>一般<br>銅<br>亜鉛<br>鉛<br>ひ素<br>その他                 | 残留対策（中分類）<br>一般<br>低毒性農薬の開発<br>病虫害防除法<br>微生物活用<br>その他                         |
| 配列順序                                                                                | 配列順序                                                         | 配列順序                                                                          |

## 6. 各部間の重出関係

理工学の部、医学の部、農学の部のそれぞれで、情報源として活用した二次資料が異っているものの、それぞれの二次資料間で扱っている雑誌が共通している場合もあり、そのため、結果的には記事が相互に重出されていることがあります。

## 7. その他

〈医学の部〉で、情報源として活用した医学専門の二次資料の中から、必ずしも本来の医学には入り難いような公害文献が抽出された場合、たとえば理工学の範囲に属するものであっても、〈理工学の部〉へ編入せず、〈医学の部〉の〈その他〉の項目にくり込みました。こうしたことは、〈農学の部〉についてもいえます。

つまり、情報源として活用した二次資料に応じて、繰込むべき部を、機械的にきめています。

— 理工学の部 —

## ⑬写真、図および参考文献数

## 医学の部・農学の部

医学の部、農学の部で、掲載される諸文献情報は、各種の索引誌、抄録誌より抽出されたものであるため、それぞれの索引誌、抄録誌における記載情報の内容に左右され、理工学の部にみられるような記載形式に合わせることができなくなっています。その点、ご留意下さい。

### 記載例

① 12000138

② 大気汚染への継続的曝露が小児の慢性アレルギー疾患に与える影響③ E

④ SULTZ H A

⑤ Amer J Public Health ⑥ 60 ( )

⑦ 891~900 ⑧ (May '70) ⑨ IM

### 記載例の説明

#### ① 記事番号

〈理工学の部〉の記事は、記事番号の先頭が11…ではじまっていますが、〈医学の部〉の記事は12…、〈農学の部〉の記事は13…ではじまっています。

#### ② 標題

原文献が和文、欧文を問わず、和文標題しか記載されません。

#### ③ 原報の使用言語 (第3表)

#### ④ 著者名

#### ⑤ 雑誌名

使用した索引誌、抄録誌で使用されている表記法をそのまま、使用しています。従って略記の方法について、〈理工学の部〉と若干、異なっているケースがあります。

#### ⑥ 巻号

巻数は、下線がひいてある数字、号数は〔 〕の中に記述された数字。ただし使用した索引誌、抄録誌の中には、号数が明記されず、発行月しか記載されていない場合もあるため、このような場合〔 〕は空白のまゝとし、⑧に発行月を記入しています。

#### ⑦ ページ数

#### ⑧ 雑誌発行年

西暦の末尾2字をもって示しています。情報源となった雑誌の号数が、使用した索引誌、抄録誌に明記されず、発行月しか明らかでない場合発行月も示しています。

#### ⑨ 使用した索引誌、抄録誌の略名

第1表 (重出元・重出先略号)

| 重出元・重出先文通編名   | 文通編名略号 |
|---------------|--------|
| 土木・建築工学編      | 建      |
| 経営管理編         | 経      |
| 化学・化学工業編      | 化      |
| 電気工学編         | 電      |
| 地球の科学         |        |
| 金属工学編         | 金      |
| 鉱山工学          |        |
| 工学一般・機械工学編    | 機      |
| アイソトープ・放射線利用編 |        |
| 物理・応用物理編      | 物      |
| 環境公害編         | 害      |

第2表 (発行国名略号)

|       |            |     |          |
|-------|------------|-----|----------|
| A     | アメリカ合衆国    | Is  | イスラエル    |
| Arg   | アルゼンチン     | J   | 日本       |
| Aus   | オーストラリア    | Kor | 大韓民国     |
| B     | イギリス       |     | 朝鮮人民共和国  |
| Bel   | ベルギー       | Lux | ルクセンブルグ  |
| Bra   | ブラジル       | Mal | マレーシア    |
| Bul   | ブルガリア      | Mex | メキシコ     |
| C     | カナダ        | Mon | モナコ      |
| Cey   | セイロン       | Nor | ノルウェー    |
| Chi   | チリ         | Nz  | ニュージーランド |
| C&P   | 中華人民共和国    | Os  | オーストリア   |
| Chr   | 中華民国       | Pak | パキスタン    |
| Col   | コロンビア      | Per | ペルー      |
| Cos   | コスタリカ      | Phi | フィリピン    |
| Cub   | キューバ       | Pol | ポーランド    |
| Cz    | チェコスロバキア   | Por | ポルトガル    |
| Den   | デンマーク      | R   | ソビエト連邦   |
| F     | フランス       | Run | ルーマニア    |
| Fin   | フィンランド     | S   | スイス      |
| G(EG) | ドイツ (東ドイツ) | SA  | 南アフリカ    |
| Gh    | ガーナ        | Sp  | スペイン     |
| Gr    | ギリシア       | Sud | スーダン     |
| Hol   | オランダ       | Sw  | スウェーデン   |
| Hun   | ハンガリー      | Tan | タンザニア    |
| I     | イタリア       | Thi | タイ       |
| Id    | インドネシア     | Tu  | トルコ      |
| Ind   | インド        | UAR | アラブ連合    |
| Int   | 発行国名不定のもの  | Ven | ベネズエラ    |
| Ire   | アイル        | Y   | ユーゴスラビア  |

第3表 (使用言語略号)

|     |                   |
|-----|-------------------|
| B   | ベルギー (フラマン語)      |
| Bu  | ブルガリア語            |
| C   | 中国語、台湾語           |
| Cz  | チェコおよびスロバキア語      |
| D   | オランダ語             |
| De  | デンマーク語            |
| E   | 英語、米語、オーストラリア語    |
| F   | フランス語             |
| Fin | フィンランド語           |
| G   | ドイツ語、オーストリア語      |
| H   | ハンガリー語            |
| I   | イタリア語             |
| J   | 日本語               |
| K   | 朝鮮語、韓国語           |
| N   | ノルウェー語            |
| O   | その他の言語            |
| P   | ポルトガル語            |
| Pol | ポーランド語            |
| R   | ロシア語、ウクライナ語、白ロシア語 |
| Ru  | ルーマニア語            |
| S   | スペイン語             |
| Sw  | スウェーデン語           |
| Y   | セルボクロアチア語         |

# 複写その他のご案内

## ●複写サービス

### ●理工学の部

本編に収録されている文献は、すべてJICSTに所蔵されておりますので、申込書により迅速に複写を提供します。

### ●医学の部および農学の部

本編に収録されている文献は、大半がJICSTには所蔵されております。ご依頼により外部の機関に手配いたしますが、その場合若干日時を要することおよび複写不可能のこともありますので、お含みおき下さい。

#### 複写申込方法

JICST所定の申込書をご利用下さい。(申込書はお申し込みがあれば送付いたします(無料))

#### 複写方法

- 引き出し A4版印画紙
- ゼロックス 実物大コピー
- マイクロフィルム 35mmフィルム

#### 複写料金

- 引き出し・ゼロックス 1論文10ページまで 500円、以後10ページ単位に 400円増
- マイクロフィルム 1論文10ページまで 350円、以後10ページ単位に 200円増

#### 手配料金

JICSTで所蔵していない資料の複写(国内や外国への手配)の場合は、上の複写料金に次の手配料金が加算されます。

|      |         |        |
|------|---------|--------|
| 国内手配 | 1論文について | 500円   |
| 国外手配 | "       | 1,000円 |

申込方法および詳細は本部複写課または各支所まで

## ●翻訳サービス

- 科学技術関係の文献、特許、規格、カタログ、その他資料、文書の翻訳をいたします。翻訳は情報センターの全国的な翻訳組織を通じて、その内容により、専門技術者が得意とする語学で行ないます。

**料金** 和訳、欧訳ともに日本語の字数(400字詰原稿用紙の枚数)で計算します。

原稿用紙1枚についての料金

#### (1) 欧文和訳

英語 650円、ドイツ語・フランス語・ロシア語1,000円、スペイン語・ポルトガル語・イタリア語1,200円、その他1,600円以上

#### (2) 和文欧訳

英語 1,300円、その他2,000円以上

なお、至急料金は30%増です。

申込方法および詳細は本部翻訳課または各支所まで

## ●調査サービス

**文献調査** (技術文献としての特許を含む。主題、国名、年代、回答形式などをご指定ください)

**特許調査** (主題または権利者名、国名、年代、回答形式などをご指定ください)

**連続調査** (通常1年単位で契約)

文献ならびに特許調査と同内容の調査で、新たに次々と発表される文献や特許を、定期的に(毎週または毎月)調査してご報告いたします。

**料金** 調査所要時間に比例する調査料と回答書類費(タイプ印書代、複写費、ほか)など総額を調査完了時にご請求します。金額、納期などにつき見積りもいたしますから、ご依頼のときに正式依頼か、見積依頼かをご指定ください。

申込方法および詳細は本部調査課または各支所まで

## 〈環境公害トピック情報〉

公害防止技術を中心として、環境公害のトピック的情報をこの欄で軽くまとめることにいたしました。毎号、わずかな紙面ながら、特定テーマについての解説を専門の技術者、研究者にさせていただくもので、昭和46年度第6集より昭和47年度1年間にかけて、各産業、業種ごとに公害対策の概況について技術面から解説していく予定です。その他外国の政府刊行レポートからの解説記事を入れることもあります。

### 目 次

|                              |            |   |
|------------------------------|------------|---|
| プラスチック製品と公害対策.....           | 市川 道夫..... | 1 |
| プラスチックの破碎、粉碎—公害対策の視点から—..... | 本間寅次郎..... | 4 |
| 光分解性プラスチック—公害対策の視点から—.....   | 加藤 政雄..... | 7 |

# プラスチック製品と公害対策

市川道雄 公害資源研究所

## 1. はじめに

近年、プラスチック製品の用途がいちじるしく拡大し、消費も年ごとに激増したため、使用済みプラスチック製品が巷に汎濫し、社会問題となった。通産省の資料によると、プラスチック廃棄量は第1表のようになり、昭和45年に230万tであったものが、4年後

第1表 プラスチック廃棄推定量

| 年次    | プラスチック生産量(単位千t) | 廃棄量(単位千t) |
|-------|-----------------|-----------|
| 昭和34年 | 397             | 149       |
| 35    | 554             | 210       |
| 36    | 690             | 264       |
| 37    | 823             | 324       |
| 38    | 1,062           | 445       |
| 39    | 1,377           | 588       |
| 40    | 1,600           | 720       |
| 41    | 1,994           | 894       |
| 42    | 2,675           | 1,166     |
| 43    | 3,405           | 1,502     |
| 44    | 3,800           | 1,723     |
| 45    | 5,300           | 2,301     |
| 46    | 6,100           | 2,697     |
| 47    | 6,900           | 3,192     |
| 48    | 7,850           | 3,752     |
| 49    | 8,750           | 4,184     |
| 50    | 10,000          | 5,100     |

には500万tになろうと推定されている。

プラスチック廃棄物の発生は、他の廃棄物などと同じように産業系のものと生活系のものとに大別される。産業系廃棄物は、石油化学工業などのプラスチック原料メーカーにおける製造過程から出る副生ポリマー、加工成形工場から出るばり、端ぎれの類などである。生活系廃棄物は食品その他の生活用品の包装材料が使用後に廃棄されたものである。このうち産業系廃棄物は、全プラスチック廃棄物量の10%程度のものであり、また同一種類のものを収集しやすいから処理上、とくに問題にされることはない。これらはむしろ有用な資源として利用し易いものである。これに対し、生活系廃棄物は量がきわめて多いうえ、他の一般ごみとの混合状態で収集されるので、処理する場合に種々の問題を生じている。諸外国における例でみると、都市ごみ中におけるプラスチック類の混入率は2～3%以下で、焼却処理上問題となっていないが、わが国では所によって10%を超える混入率を示し、焼却炉の事故の原因となっている。第2表に都市ごみ中におけるプラスチック類含有率の変遷を示す。<sup>1)</sup>

第2表 ごみ中へのプラスチック混入率(%)

| 都市  | 年次 | 昭和36 | 37  | 38  | 39  | 40  | 41  | 42  | 43  | 44   |
|-----|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 東京都 |    | —    | —   | 2.0 | 3.3 | 3.8 | 5.4 | 4.6 | 7.3 | 9.7  |
| 川崎市 |    | 5.4  | 5.7 | 6.2 | 6.8 | 7.0 | 7.4 | 7.8 | 8.4 | 10.1 |
| 京都市 |    | 1.1  | 1.9 | 1.4 | —   | —   | —   | —   | 5.0 | 8.9  |

## 2. プラスチック廃棄物による公害問題

プラスチック廃棄物は処理、処分の面からつぎの諸性質が問題になる。

- (1) プラスチック材料は透水性がなく、またバクテリアに侵されにくいので、埋め立てに用いても容易に変化せず、土に順応しない。また、戸外に放棄されるときも風化を受けにくく、長年にわたって残存する。
- (2) 焼却処分においては、燃焼性、熱分解特性および灰の性質などが問題になる。プラスチック製品の過半を占める熱可塑性のもの大部分は燃え易いが、塩化ビニル、塩化ビニリデンおよび多くの熱硬化性プラスチック類は点火しても放置すると自然に消火する性質がある(自消性)。これらは高温の焼却炉内でとくに燃えにくいことはないが、集まるとくすぶり燃焼になり易い。また多くの熱可塑性プラスチック類は、燃焼の際に溶け流れるため焼却炉の故障の原因になる。

さらにプラスチック類は、他のごみにくらべて一般に発熱量が高く、燃焼排ガス量が多いため、焼却炉を焼損しやすく、また大気汚染の原因になる。プラスチック材料の燃焼ガス組成については二三の総説がある。<sup>2) 3)</sup>

## 3. プラスチック廃棄物公害への対策

プラスチック廃棄物の排出量が急激に増大した主要な原因は、プラスチック製品が市民生活へ急速に浸透したためである。これは長い間使用されてきた木材、紙類、金属類の代用として安価なうえ、種々の点ですぐれた性質を持つプラスチック製品が歓迎されたことと、石油化学工業の大生産性との組合わせによって飛躍的に増大したのである。とくに、プラスチック類は使用期間の短い袋、チューブなどの包装材料に使用され、これが包装によって商品を美化しようとする現代の風潮と相俟って過剰包装へと進み、廃棄物公害に拍車をかける結果となった。さらに現代の巨大な情報産業のための紙の不足に対する合成紙の出現、人手不足による牛乳容器などの使い捨てなど、将来に向ってのプラスチック公害はますます激化の様相を見せている。

このような廃棄物公害に対処する方法としては、直接的に過剰包装を廃止するための消費者運動、使い捨て容器に対する厚生省の行政指導などが行なわれていることはすでに周知のことであるが、ますます廃棄物

が増大することは避けられないであろう。技術的対策としてはプラスチックの材料側の改良と、廃棄物の処理技術の開発とに分けて考える必要がある。

プラスチックの材料側の改良としては、現在自然分解性のポリマーの開発研究が進められている。プラスチック類は風化、腐食などによって侵されにくいために、廃棄物がいつまでも変質せず、自然循環が行なわれにくいものであり、これが廃棄物処理を困難にしているものであるが、自然分解性のポリマーは化学構造を改良して必要に応じて分解し易い性質に変えるようにしたものである。この中には、光劣化性のもの、酸化劣化性のものおよび微生物劣化性のものなどがある。

ポリマー劣化の手段としてはつぎの各種のものがある。

- a. 自動酸化    b. 紫外線    c. 微生物  
d. 加水分解    e. 機械力

このうちeの機械力は別として、a～dの4つの劣化は化学構造にとくに密接な関係がある。自動酸化では、C-Hの結合エネルギーの小さい結合組織を含むパラフィン系炭化水素エーテル結合をもった高分子化合物、酸アミド結合をもつ構造などが研究されている。

光分解性ポリマーには、高分子の構造中に光分解性の基を導入する方法、光増感性を持つ化合物を添加する方法などがある。光による分解は官能基の性質により支配されるが、単に光の吸収のみでなく、吸収されたエネルギーの伝達過程が問題になる。光分解性のプラスチックの研究については別稿「**分解性プラスチック—公害対策の視点から—**」を参照されたい。

合成高分子の微生物分解に関しては、今後の研究に待たなければならないが、これについても官能基の寄与が大きいといわれている。ウレタン結合、アミド結合、エステル結合を持つ高分子化合物は、微生物の作用から類推して分解作用を受ける可能性があるが、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデンなどはハロゲン化合物の殺菌性によって微生物の繁殖が困難と考えられている。

#### 4. プラスチック廃棄物の処理技術

処理技術としては、埋め立て材料としての使用、溶融固化による再生利用、熱分解による原料化あるいは燃料化、焼却処理などの方法が研究されている。しかしこれらの処理のすべての場合の前処理として破碎処理が行なわれなくてはならない。プラスチック廃棄物には、船舶のように大形のものから、日用雑貨まで形の大小が様々であり、また補強材としてのガラス繊維や金属板との複合材料が多いため、破碎処理についても多くの問題がある。破碎処理については別稿「**プラスチックの破碎と粉砕—公害対策の視点から—**」があるから参照されたい。

処理技術としては、原料化、材料化を行なう再利用方式が望ましいが、廃棄物の発生形態から分類収集に多くの困難があり、現状では多くを期待できない。

##### 4.1 溶融再生技術

プラスチック廃棄物を粉砕し、その分解温度以下の温度で溶融し、成形固化して支柱用杭、U字溝、排水管、土留用板、土木建築用材などを製作する方法で、すでに数社で実用化されている。この方法で問題となるのは、プラスチック廃棄物を材料とする結果生じる不均質性のために材料の強度に不安が残ることである。

##### 4.2 熱分解

プラスチック廃棄物を加熱分解し、低分子化合物として燃料あるいは化学原料として利用する方法である。生成する低分子化合物はプラスチックの種類によって非常に異なる。たとえばポリスチレンでは加熱によって大部分がスチレンモノマーになるが、ポリエチレンでは、高分子のものからエチレンにいたるまであらゆる種類の炭化水素が生成する。ポリエチレンおよびアタクチックポリプロピレンの熱分解例を第3表、第4表に示す。<sup>5)</sup>

このように各種のプラスチック材料に対して熱分解特性が明らかにされても、廃棄物は多種類のものの混合体であるから、分解生成物をモノマーにまで分離して再原料化することは経済的に成り立たない。やはり燃料化することが最も得策といえよう。熱分解装置としては、回分式分解が<sup>6)</sup>、コンベア式連続分解が<sup>6)</sup>流動

第3表 ポリエチレンの熱分解の一例(重量%)

| 分解温度℃ | 溜出物% | 分解残渣% | ガスおよび損失% | ガス分析 %           |                |                |                |                  |
|-------|------|-------|----------|------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
|       |      |       |          | C <sub>1-2</sub> | C <sub>3</sub> | C <sub>4</sub> | C <sub>5</sub> | C <sub>6</sub> - |
| 450   | 93.6 | 0.4   | 6.0      | 23.1             | 41.7           | 28.2           | 6.9            |                  |
| 500   | 92.8 | 0.6   | 6.6      | 32.9             | 41.0           | 17.8           | 5.3            | 3.0              |

第4表 アタクチックポリプロピレンの熱分解の一例(重量%)

| 分解温度℃      | 溜出液%     | 分解残渣%    | 生成ガスおよび損失% |          |       |     |  |
|------------|----------|----------|------------|----------|-------|-----|--|
| 450~500    | 94.2     | 0.7      | 5.1        |          |       |     |  |
| 450        | 95.4     | 0.8      | 3.8        |          |       |     |  |
| 溜出液の分溜結果 % |          |          |            |          |       |     |  |
| ~100℃      | 100~150℃ | 150~200℃ | 200~250℃   | 250~300℃ | 300℃~ | 損失  |  |
| 8.3        | 15.7     | 11.1     | 12.6       | 33.0     | 17.5  | 1.8 |  |

分解炉などが使用される。

#### 4.3 焼却処理

プラスチック廃棄物の最終処理として焼却が行なわれる。しかし将来どのような形態で焼却が進められて行くかは、現状では予測しにくい。というのは現在プラスチック廃棄物の約90%までが、都市ごみと混合の状況で収集されているからである。都市ごみ中に混入するプラスチック廃棄物の含有量が大になると、都市ごみ焼却炉の火格子に目づまりを生じて不完全燃焼を生じさせたり、また火格子下に熔融物が流れ落ちて下から上向きに燃え上って火格子を焼損するような故障が頻発するようになる。この問題を解決するために、東京都では北区王子地区その他で、プラスチック類と他の一般ごみを分けて収集する分別収集を試験的に行なうとともに、プラスチック廃棄物の専焼炉の開発研究に着手している。これに対し大阪府は総合処理の方針をとっており、その他の都市ではいずれも検討中である。しかし、分別されたプラスチック廃棄物を焼却することを目的とする専焼炉の開発は各ボイラメーカーを中心として進められ、すでに数10種類のものが発表されている。

プラスチック廃棄物の燃焼における問題点はつぎのものである。

- (1) プラスチック廃棄物の中には、熱可塑性のものと熱硬化性のものとが含まれており、さらにその燃焼性が種々に異なっているために、継続的に良好な燃焼を維持することが難しく、すすの発生を生じやすい。
- (2) プラスチック廃棄物中には20%近くの塩化ビニルが含まれており、その燃焼によって生じる塩化水素ガスの処理が難しい。
- (3) 塩化ビニルの安定剤として含まれる鉛、すず、カドミウムなどの重金属類が、燃焼灰として拡散するお

それがある。

このうち(1)は、燃焼技術そのものに関することであり、種々の炉型式が開発され、それぞれにおいてはほぼ解決されている。基礎的な研究では、比較的低温の一次燃焼室でプラスチック類を分解ガス化し、高温の後部燃焼室で二次燃焼することにより、すすの生成を防止しうることが明らかにされている。<sup>7)</sup>

(2)および(3)はいずれも塩化ビニルに関することである。(2)の塩化水素処理については、熱分解の基礎的研究から、温度200℃～280℃の温度範囲で乾留を行なうと、炭化水素の主鎖を切断することなく、塩化水素のみを分離しうることが知られている。<sup>8) 9)</sup> これをもとにしてまずプラスチック廃棄物を低温で予乾留し、含有される塩素の大部分を塩化水素として分離し、残渣を完全燃焼することにより排煙処理を容易にするという方針で、二三の処理システムが研究されている。予乾留によって得られた塩化水素ガスは塩酸として回収される。この方法で問題になるのは、プラスチック類の熱伝導率が低いいため、単純な外部加熱では、脱塩素に長時間を要することである。この点を解決するために、かきまぜ、水蒸気吹き込み、ポリマー溶液浴による加熱などが検討されている。(3)の灰処理については現在よい方法がなく、飛じんの捕集を十分に行なって固化処理する程度である。

焼却炉の形式としては主として多室形の床燃焼炉が用いられているほか、ロータリキルン、サイクロン炉なども用いられている。<sup>10)</sup>

焼却処理においては、上記のように塩化ビニルが問題解決の中心をなしており、その対策として材料面からも、使用期間の短い品物には塩化ビニル以外の材料を使用することや、安定剤に重金属類を含まない化合物を使用する方法などが研究されている。

#### 参 考 文 献

- 1) 栗原四郎：廃棄物処理の基本的理念とプラスチック処理対策，工業と製品(52) 219-225(1971)
- 2) 美馬宏三ほか：高分子物質の熱分解生成物とその有害性，安全工学6(3) 229-243(1967)
- 3) 牧宏：「高分子材料の熱分解あるいは燃焼時の生成ガスについて」第11回防災化学研究発表会講演予稿集，日本化学会関東支部 42-47(1971)
- 4) 自動酸化の総説，工業化学雑誌 67(8) 1095-1100(1964)
- 5) 安藤宏ほか：プラスチック廃棄物の処理対策，工業と製品(52) 226-230(1971)
- 6) Pyrolytic Decomposition of Solid Wastes, Public Works 99(8) 82-83(1968)
- 7) 石動四郎ほか：プラスチック廃棄物の燃焼に関する研究 三菱重工技報 149-156(1971)
- 8) W.C.Geddes: Mechanism of PVC Degradation, Rubber Chemistry and Technology 177-216(1967)
- 9) V.P.Gupta, et al: Thermal Degradation of Poly (vinyl chloride) I. Structure Effects in the Initiation and Decomposition Chain Lengths. Journal of Polymer Science A-1 8(1) 37-48(1970)
- 10) 市川道雄：プラスチック専用焼却炉を採点する Mol 10(1) 41-47(1972)

# プラスチックの破碎、粉碎 — 公害対策の視点から —

本間寅二郎 公害資源研究所

## 1. はじめに

プラスチックは一般に腐らず、変色せず、色調が美しくて軽く、好みのデザインのものが容易に得られるという特色を有するために、われわれの生活を限りなく豊かにしているが、これが一たん廃棄物となった瞬間に、これらの特質は逆に大きな欠点となり、公害問題の対象となってくる。

このようなプラスチック廃棄物を管理するための技術には、いろいろな操作、手順、種類の多い機械やプラントなどの施設、バラエティに富んだ処理プロセスなどが考えられるが、地理的、生態学的などの諸条件も関係し、かつ財政的考慮までも含まれるという非常に複雑なものである。ひとたび廃棄物となったものは、人間の目の届かないところへ持ち去ってしまえばよいという考え方は、プラスチックのなかった時代のことで、プラスチック製品が生活に密着した現在、当然その廃棄物に対しても合理的な処理体系の確立が必要となってくる。その処理体系を大別すれば、収集処理、中間処理、最終処理の三つに分けられ、その中間処理の中核をなすのが破碎、粉碎処理である。以下、これら破碎、粉碎処理に関する問題点および現状について述べてみたい。

## 2. 破碎、粉碎によるメリット

プラスチック廃棄物の特徴は、容積比（実質の容積と見かけの全容積との比）が非常に小さく、大きさ、形状、材質がきわめて多様にわたっていることである。ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、塩化ビニール、ポリウレタン、発泡スチレン……と非常に種類が多く、しかもこれらは、バケツ、袋物、タイヤ、容器、浴槽etc. とあげたらきりがなほどの製品の原料に使われている。最近では使い捨て容器の普及で、ヤクルト、牛乳、ビール等のコンテナプラスチック製品も一般家庭に入りこみ、廃棄物となることは必至である。

破碎、粉碎によってこれらを細粉化することは、つぎのような非常に大きなメリットがある。すなわち  
(1) 容積比を大きくして、輸送、供給、貯蔵を容易にする。すなわち、占有容積を小さくするとともに、輸送や供給、貯蔵および各種の処理が連続的にでき、固体物質を連続体として取り扱うことができる。このことは工程の量的管理に便利であり、いいかえればコントロールされ得るごみということになる。

(2) 単体分離度を高め、有用成分をとり出すことができる。すなわち、プラスチック廃棄物の中に含まれている金属類その他の有用物を、粉碎することによって単体分離し、さらに磁力選別、比重選別などの方法により、鉄、銅その他の金属類を回収することが可能である。またプラスチック同志の選別の可能性もでてく

る。

(3) 比表面積を大きくして、化学的反應速度を高めることができる。すなわちガス化、燃焼などの最終処理がやり易くなる。

(4) つぎの工程に対して望みの粒度、形態を整えることができる。焼却処理に最も適した粒度に整えることはもちろん、そのまゝで土壤改良剤ともなり、再生利用する場合も、最適の形態に調整することができる。

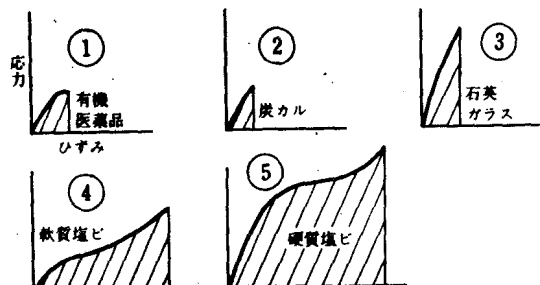
このように破碎、粉碎操作は、たゞ単に粒度を細かくするというだけでなく、それにとまって表面積の増加、細粒物の集合体としての力学的性質の変化、粒子形状の調整などが期待され得るので、中間処理としてのメリットはきわめて大きいものがある。

## 3. プラスチックと粉碎性

粉碎操作をその粉碎しようとする碎料の側からみると、その碎料の示す特異な物理的性質のため、粉碎操作に困難をとまうことが多い。たとえば、鉱物類や岩石類のように天然のクラックのあるものは、一般に弾性破壊を行なうものであるから、粉碎は容易であるが、プラスチックのように粘弾性的性質を有し、巨視的クラックのないものは、従来の衝撃、せん断、圧縮、反発の操作のみでは粉碎を行なうことは不可能であり、粉碎方式、荷重条件、温度などの環境条件を考慮し、プラスチックの物性に適したこれらの組合せによって、はじめて粉碎可能となるのである。

プラスチックは破壊に際しては必ず塑性変形が付随するものであるから、普通の弾性破壊に比べて大きなエネルギーを要する。しかし低温の環境におくかあるいは高速の荷重を加えることによって、次第に脆性破壊の形態をとるようになることが知られている。<sup>1)</sup>

第1図は、材料の破断に至るまでの応力とひずみ関係の概念を分類したものであるが、破断点までに囲まれる面積が破壊を開始するまでに必要なエネルギーであり、破壊するまでにはぜひともこれだけのエネルギー吸収が必要であることを示している。プラスチックはそのほとんどが(4)ないし(5)に属しており、従来の粉碎方式では莫大なエネルギー消費がともなうことがわ



第1図 各種物質の応力-ひずみ曲線の例

かる。

#### 4. プラスチック粉砕の現状

粉砕のプロセスは細分すれば、粗砕—中砕—粉砕—微粉砕—超微粉砕となるが、この間の関係はきわめてあいまいではっきりした定義づけはされていない。ここでは粗砕および中砕に属するものを破砕、粉砕以下超微粉砕までの過程を粉砕とよぶことにする。

##### 4.1 大型プラスチック廃棄物の切断

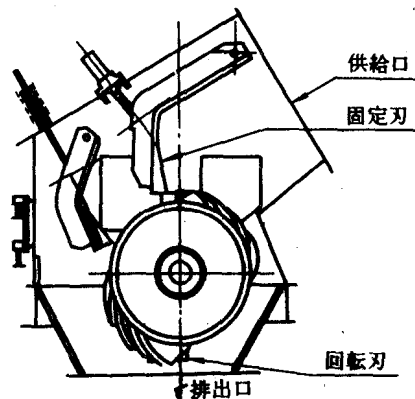
プラスチック廃棄物の中には、直接破砕機にかけることのできない大型のものもある。たとえばFRP製のタンクや舟艇、あるいは自動車のボディー、浴槽などであって、これらは解体、切断という前処理が必要である。

切断の方法としては、熱または流体を用いる方法があり、熱による切断にはガス、プラズマアーク、レーザービーム切断などが検討されている。また流体によるものは、水または水蒸気を小さなノズルから高速で吹きつけて切断するもので、可燃性あるいは爆発性物質で汚染されているものを切断する場合、災害防止の点でもっとも有望であるとされている。

##### 4.2 プラスチックの破砕

プラスチックの破砕には、衝撃破砕とせん断破砕の二つの組合せ方式が有効とされており、現在実用化されている破砕機で、プラスチックに適用可能なものはつぎの通りである。<sup>2)</sup>

|        |     |              |
|--------|-----|--------------|
| 衝撃破砕機  | 回転式 | ハゼマーク型       |
|        |     | ハンマーミル型      |
| せん断破砕機 | 往復式 | デロール型        |
|        |     | 回転式 フライカッター型 |

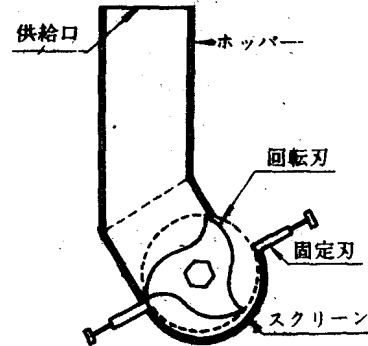


第2図 回転式衝撃破砕機の原理

第2図にハゼマーク型の原理を示す。すなわち回転刃（ハンマー）が中心軸のまわりを回転し、これに破砕材料が当り、その反作用で固定刃に打ちつけられて衝撃破砕を起こす。それと同時に回転刃と固定刃のすき間を適当に選定すると、材料がその間にはさまれ引き切ぎられる。この型のものは、相当大きな高速荷重を興えることにより、プラスチックを脆性破壊をもってゆく可能性があり、大量処理の面からみれば有望である。しかし破砕後の粒度を整えることは困難である。

せん断破砕機には往復式と回転式とがあり、回転式のものにはフライカッターを用いるもので、現在プラスチックの破砕には最も有効であるとされている。第3図

はその原理を示したもので、中心軸のまわりに回転する回転刃（フライカッター）と固定刃の間に材料がはさまれ、せん断により破砕が行われる。この型式のものは、材料に対する応力集中という原理にもとづいてプラスチックの破砕を可能にしたものであって、出口に設けたスクリーンの網目を選定することにより粒度調整も可能であるが、処理能力および異物の混入に弱いという欠点がある。この型式のもので全体を堅型とし、かつ回転刃をかんなの刃のように平板にして処理量を増大させることを目的として行なった著者の実験結果によれば、フィルム状のものを除き、あらゆるプラスチックの破砕が可能である。<sup>3)</sup>



第3図 回転式せん断破砕機の原理

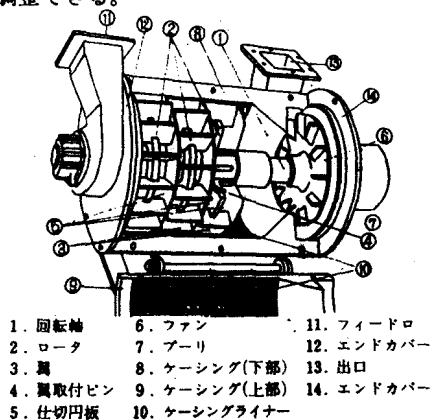
##### 4.3 プラスチックの粉砕

プラスチックの粉砕方式は、破砕の場合と同様に、単なる衝撃や圧縮よりもせん断による方式が有利であることはもちろんであるが、細粉化してくると比表面積も増加し、かつ粒子の数も多くなってくるので、フライカッター型ではどうしても無理である。やはり回転刃と固定刃を有する高速衝撃型のもので、激しい衝撃とともに、固定体と回転体の間に強力なせん断作用をもたらさなければ粉化させることはできない。そのほかジェット気流にのった粉砕材料の粒子同志の強力な摺動摩擦によるせん断を利用するジェット粉砕方式も、プラスチック粉砕に有効である。現在実用化されプラスチックにも有効とみられる衝撃式粉砕機の主なものを列記すればつぎのようである。

- (1) バルベライザーS型（アメリカ、バルベライジングマシナリ社）
- (2) コロプレグス（西ドイツ、アルピネ社）
- (3) シュツオエール（アメリカ、シュツオニール社）
- (4) バルバクロン（アメリカ、ストロングスコット社）
- (5) バルマンミル（西ドイツ、バルマン社）
- (6) ミクロシクロマット（フランス、ウルトラフィン社）
- (7) マイクロバット（アメリカ、マイクロバル社）
- (8) パーチガルミル（アメリカ、レイモンド社）
- (9) ターボミル（日本、ターボ工業）
- (10) スーパーミクロンミル（日本、細川鉄工）

これらの粉砕機は、堅型と横型の差、あるいは気流導入型、回転体がのこぎり状になっているというように部分的には工夫がこらされているが、根本原理はほとんど同じであるといつて差し支えない。

第4図にターボミルの構造図を示す。ロータは図のように円周のまわりに多数の室をもってしかも盲の円板で仕切られており、この羽根と羽根との間の空間における空気の激しい渦流と高周波振動が、粉碎に有効であるとされ、プラスチックの粉碎には特に使用例が多く、ポリエチレンペレットで $200\sim 300\mu$ 以下の粘度に調整できる。<sup>4)</sup>



第4図 ターボミルの構造図

つぎに低温のふんい気においては、プラスチック特有の急にもろくなるいわゆる脆化温度がある。したがってそれ以下の低温で粉碎することは非常に有効な手段であるが、未だ低温粉碎機の実用化はみられず実験段階である。<sup>5)</sup>

著者らはジェット粉碎において、空気圧縮機の代りに液体窒素を用いて低温のふんい気をつくるとともに、その気化する際の膨張エネルギーをそのまま、粉碎動力に利用するいわゆる低温ジェット粉碎法の可能性を検討中であるが、<sup>6)</sup>粉碎の面のみからみれば非常に効果があることが認められたが、粉碎産物の最終処理工程や利用法の道が開かれない限り、経済的に難点があると思われる。

以上、プラスチックの粉碎に関する問題点ならびに現状について述べたのであるが、破碎、粉碎という操作はやはりプラスチック廃棄物の最終処理に対する前処理として考えるべきもので、その利用法に応じてそれに適した粉碎方式を開発すべきであり、したがってプラスチックの粉碎技術は未解決の問題として、今後早急に解決されなければならない課題である。

#### 参 考 文 献

- (1) 奥田聡：特殊物質の粉碎上の問題点、粉体工学研究会誌 6(6) 454-462 (1969)。
- (2) 伊東祐光：プラスチック廃棄物破碎処理のやりかた考えかた、公害対策と行政 (11) 46-53 (1970)
- (3) 本間寅二郎ほか：「プラスチック類の刃型せん断破碎について」日本工業会春季講演要旨集 (1972) 3月予定
- (4) 永松巖ほか：ターボミルによるポリエチレンの粉碎、粉体工学研究会誌 6(6) 424-429(1969)
- (5) 青山道夫、重吉孝正：振動ミルによる樹脂の低温粉碎について 粉碎工学研究会誌 6(6) 412-417(1969)
- (6) 本間寅二郎ほか：「低温ジェット粉碎について」日本工業会春季講演要旨集 (1972) 3月予定

# 光分解性プラスチック — 公害対策の視点から —

加藤政雄 繊維高分子材料研究所

## 1. はじめに

プラスチック廃棄物の処理対策の一環として、最近、各所で自然環境下で分解するプラスチックの開発が進められている。

ポリマーの自然環境下での分解は、光、酸素、水および微生物などによって起こって行くが、合成ポリマーの場合には、光と酸素による分解が主体となる。これは、光酸化によるラジカル機構的分解が主で、構造によっては、非ラジカル機構的にポリマー鎖切断を起こして分解する場合もある。そこで、ここでは光分解性プラスチックに焦点を絞って概要を述べることにする。

プラスチックに上記のような光分解反応を促進させるような物質あるいは構造が存在すれば、分解反応は加速され、いちじるしく劣化するはずである。このような分解促進剤としては、たとえばケトン類、キノン類、色素類などの光増感性物質がある。また、ポリマー中に不飽和結合がある場合にも分解が促進される。

光分解性プラスチックの製法としては、光分解促進剤をプラスチックに混合する方法（添加型）促進剤を共重合、グラフト重合などの方法でポリマー中に導入させるか、ポリマー中に光分解し易い構造を導入する方法（結合型）に大別される。一般に添加型より結合型の方が、毒性、耐溶剤性などの点からみて優れている。

光分解性プラスチックの研究は緒についたばかりなので、報告されている数も少なく、情報程度のものが主で、具体的な報告となるとごくわずかになってしまいうのが現状である。以下に、これまでの研究および開発の動向を紹介する。

## 2. 添加型

(1) Scottらの研究で、280～330mμの紫外線を吸収する2成分系添加剤（具体的内容は不詳だが、吸収波長からみて少なくとも1種はケトン類と考えてよいのでは？）をポリオレフィンに混合すると、その成型品は太陽光線にあたると粉末状に分解する。太陽光の約2倍の強さの紫外線だと、80時間後には粉末状に分解するという。<sup>1)</sup>

(2) 積水化学㈱でも、1種の光増感剤（内容不詳）をプラスチックに混入して太陽光線に一定時間あてると、粉末状に分解する技術が開発され、光分解性の発泡ポリスチレン製品が本格的に市販された。<sup>2)</sup>

(3) チッソ㈱では、ポリオレフィンの光安定化の研究過程において、ゴム類の劣化防止剤であるアルドール-α-ナフチルアミンをポリオレフィンに0.01～0.5%添加すると、安定性を増すどころか、光照射をうけると反対に劣化が進行することを見出し、この知見をもとに光分解性樹脂の開発を行なっている。農業用の

結束ひもなどに用いられている。<sup>3)</sup>

(4) Tetrapack社（スウェーデン）では、ポリエチレンに2重結合を持つある種の物質を添加すると、日光による橋かけ→劣化が促進されるという報告を行なっている。同社では、包装用PVCにもこの方法を適用している。<sup>4)</sup>

(5) 米国ではBio-Degradable Plastics社が設立され、光分解後さらに微生物によって分解されるというポリスチレンを素材とする食器類が発売されている。これは、光分解剤と微生物腐食性物質（内容不詳）を混合したプラスチックであるという。<sup>5)</sup>

## 2. 結合型

(1) この種類で、光分解性プラスチックの開発として最も早くから知られている代表的なものとして、イーストマンコダック社のエチレンと一酸化炭素の共重合体がある。このプラスチックは、日光照射でNorrish反応によって、主に非ラジカル機構的に分解する。分解はポリマー中の $\text{>C=O}$ 基の含有量の増加に伴って顕著になる。なお、分解がいちじるしく起った後で、水に可溶な分解生成物へと変わって行くとのことであり興味深い。<sup>6) 7) 8) 9) 10)</sup>

(2) 鎌谷らは、ポリエチレンフィルムをメチルアセチレンおよび四フッ化エチレン（1：1）の共存下でγ線照射し、これらを連鎖橋かけすることによって、ポリマー中に不飽和結合を導入する方法で光分解性の付与を試みた。紫外線照射すると、予想通りいちじるしい光酸化反応を起こし、高度に劣化することがわかった。<sup>11)</sup>

(3) 加藤らは、メチルビニルケトン、フェニルビニルケトンなどのビニルケトン類と各種ビニルモノマーとのいろいろな組成の共重合体を合成し、それらのフィルムおよびベンゼン溶液に紫外線照射を行ない、分子量の経時変化を測定したところ、この種の共重合体は光照射によって容易に分解し得ることが明らかとなった。この分解は、前記エチレンと一酸化炭素の共重合体の分解と類似（Norrish反応）の形式で進行するので、ビニルケトンの含有量の増加に伴って顕著となり、ブレンド効果も認められた。また、分解は、ポリマーの構造によって異なった傾向を示すことも明らかにされた。<sup>12) 16)</sup>

(4) 河合は、 $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{-CuCl-CCl}_4\text{-VCl}$ の組合せの触媒で塩化ビニールと一酸化炭素の共重合体を合成し、これの光分解性を検討した。この場合の分解は、前記エチレンと一酸化炭素の共重合体の場合と反応形式を異にし、光によって $\text{>C=O}$ 基の隣の塩素または水素が離脱反応を起こして、橋かけ、酸化反応などによって分解して行くとしている。<sup>13)</sup>

(5) DelzenneらはO-アミル化オキシムケトン類が