

分離技術シリーズ 34

分離技術への超音波の応用展開

分離技術会 編

分離技術会

「分離技術シリーズ」の継続刊行に当たって

研究開発とは、新しい原理や現象を発見することばかりではなく、原理・現象は既知であっても新しい方法を案出するか、あるいは新しい組み合わせを創案することによって、新しい技術、商品、品質、機能、用途、方法等々を創出することである。

本会は主に化学品の製造に関わる分離技術を包括的に扱う専門の学会であるが、研究者・技術者を糾合して正に関連分野の研究・開発の進展を目指し、急激な変化に対応しようと心がけている。

すでに何冊か刊行された本シリーズのなかには、本学会誌「分離技術」誌に掲載された論文によっているものもある。しかし、論文に記載された技術を取捨選択し、それらの組み合わせを考えて執筆されたものであるから、上述の視点から成書としての価値は高いといえるであろう。

さて、最近あらたな構想のもとに、本委員会よりいろいろな分野の権威者に執筆を依頼し、本シリーズに書き下ろしの著作物が加えられることになったのは誠に慶賀に堪えない次第である。分離技術の益々の発展に寄与することは勿論、読者諸兄姉に研鑽のお役に立つものと信じている。

分離技術シリーズ出版委員会

はしがき

超音波の「超」とは、音波のなかで人間に聞こえる周波数を超えるものを表すのに過ぎないのだが、液体中に照射された強力超音波の作用は驚くべきものであり、常識を超えるという意味において「超」はふさわしい。本書では液体中で生じる多様な超音波作用が紹介されている。

一見すると超音波と分離技術の接点は少ないように感じられるが、超音波による液体中での気泡生成から生じる各種作用と、それらが分離や反応に及ぼす速度促進効果や、晶析のトリガーとしての作用が、読者の方々のアイデアを刺激し技術改善へのヒントとなれば幸いである。

液体中での超音波作用は複雑で、解明には道半ばであるが、近年の研究により、作用の制御性はかなり進歩している。複雑さの理由は、超音波キャビテーションと呼ばれる液中での多数の気泡生成と運動、すなわち膨張収縮や崩壊、凝集や合一のためであるが、液内部での気泡生成という機能に注目すると、日本発祥で国外でも注目を集めるファインバブル技術にも超音波が重要な位置を占め、音波は微小気泡を自在に操るためのツールとして展開が期待されている。

本書の構成は1章で基礎、2章で分離への高周波超音波の応用が示され、3章では超音波によるマイクロバブルの個数密度の制御が紹介されている。4章では活発な産業応用が広がっている晶析分野への適用が紹介され、5章では超音波による分解反応での速度論が展開されている。超音波で生成する霧の応用として気相中の汚染ガス分解が6章で述べられている。7章は高分子合成を例にして、複雑な系の合理的な設計の考え方が示され、産業応用が急速に進んでいる超音波霧化分離について8章で述まとめられている。

最後に、本書の刊行に際して当初の予定よりも多くの時間を要し、分離技術会の三澤事務局長をはじめとした出版委員会の先生方の暖かい励ましとご支援をいただき、心より御礼申し上げます。

2020年4月

二 井 晋

目 次

第1章 超音波の基礎	1
(鹿児島大学) 二井 晋	
1. はじめに	1
2. 波としての超音波	3
3. 音速と媒質中での音の伝播	3
4. 超音波キャビテーションによる化学作用	4
5. 超音波キャビテーションによる物理作用	6
6. 超音波キャビテーションによらない物理作用	7
7. 試料への超音波の照射方法	10
8. 実験上の注意と試料へ投入されたエネルギーの定量方法	12
9. おわりに	14
第2章 分離技術への高周波超音波の応用	16
(鹿児島大学) 二井 晋	
1. はじめに	16
2. 超音波による界面の積極的な制御	17
3. ゲームチェンジャーとしての超音波の可能性	18
4. 水中に分散した油滴の凝集促進	19
5. 水中に分散したリン酸カルシウム粒子の凝集促進	23
6. 超音波霧化によるサブミクロン粒子懸濁液からの粒子分画	26
7. おわりに	33
第3章 超音波によるマイクロバブルの凝集と気泡径制御	35
(東京電気大学) 小林 大祐	
1. マイクロバブル	35
2. 超音波を用いたマイクロバブルの制御技術	40

3. マイクロバブルの凝集メカニズム	44
4. おわりに	46
第4章 晶析分野への超音波技術の適用	47
(早稲田大学) 平沢 泉	
1. はじめに	47
2. 超音波の原理と特徴	48
3. 超音波を用いて何をするのか	49
4. 超音波照射の蓄熱プロセスへの適用	57
5. 超音波照射の課題	58
6. 結言	59
第5章 超音波を利用した化学反応プロセスの速度論	60
(東北大学) 久保 正樹	
1. はじめに	60
2. 水中の有機物分解反応プロセス	61
3. 固体触媒存在下における有機物分解反応プロセス	66
4. まとめ	68
第6章 超音波霧化を応用した気相汚染ガスの分解除去手法	69
(埼玉大学) 関口 和彦	
1. はじめに	69
2. 光触媒含有ミストを用いた空気浄化手法	71
3. 光触媒を用いない活性ミストによる汚染ガスの除去	84
4. おわりに	89
第7章 超音波を利用したポリマー粒子合成へのシステムズ	
アプローチ	91
(東京工業大学) 松本 秀行	
1. プロセス強化手法としての超音波利用	91
2. 構造モデリング手法と、超音波非定常照射を用いたポリマー 粒子合成プロセスの解析への応用	94

3. 時系列プロセスデータからの特徴抽出手法と超音波非定常照射 システムの運用への応用	101
4. おわりに	107
第8章 超音波霧化分離法の開発・応用・分離機構	109
(ナノミストテクノロジーズ(株) 松浦 一雄)	
1. 超音波霧化分離法の開発経緯	109
2. マテリアルバランスを考慮した実験系の確立	111
3. 清酒の製造装置としての応用	115
4. ラボ装置の開発	115
5. スケールアップ	118
6. 超音波霧化分離法の分離機構	121
7. まとめ	125
索引	127

