

目 次

第1章 緒 論	1
1. はじめに	1
2. 古紙の定義	1
2.1 用語と意味	1
2.2 古紙関連用語	2
(1) 古紙パルプ	2
(2) 脱インキパルプ	3
(3) 再生紙	3
2.3 国際的用語	3
(1) waste paper, recovered paper, recyclable paper	3
(2) recycled (content) paper, recycled paper pulp	3
(3) recovered fiber, recycled fiber	4
3. 古紙の歴史	4
3.1 古代（～奈良・平安時代）から中世（鎌倉・室町時代）	4
(1) 紙の渡来と造紙の始め	4
(2) 紙背文書	5
(3) 漉き返し紙・宿紙, 宿紙座	6
(4) 反故座	6
3.2 近世（江戸時代）	7
(1) 江戸文化と故紙の利用	7
(2) 故紙からの紙	7
(3) 墨抜き技術	8
(4) 故紙の回収機構	9
3.3 近代（明治～戦前昭和期）	9
(1) 機械抄紙と木材パルプの登場	9
(2) 明治期の古紙利用	10
(3) 大正期から戦前昭和期	11
3.4 現代（戦後昭和期～現在）	12
(1) 古紙回収率と利用率の推移	12
(2) 第I期（1951～1964）	12
(3) 第II期（1965～1974）	13
(4) 第III期（1975～1984）	13
(5) 第IV期（1985～1996）	14
(6) 第V期（1997～現在）	15
4. 古紙の分類	17
4.1 慣用および統計的分類	17
4.2 貿易統計の分類	20
4.3 米国古紙の品種分類	20
4.4 ヨーロッパ古紙の品種分類	22

5. 古紙の品質と禁忌品	24
5.1 古紙の品質	24
5.2 禁忌品	25
5.3 難処理古紙	25
6. 古紙の回収	27
6.1 回収の経路	27
(1) 家庭からの回収	28
(2) 市中および小規模発生坪	29
(3) 大規模発生坪	29
6.2 流通の経路	29
(1) 建場（寄屋）	29
(2) 直納業者	29
6.3 回収量と回収率	29
(1) 回収経路と回収量	29
(2) 古紙品種と回収量	32
(3) 輸入品随伴の紙・板紙から発生する古紙	32
(4) 古紙輸出	33
6.4 回収限界	34
6.5 古紙の価格	35
7. 古紙の利用	37
7.1 古紙利用の概略	37
(1) 古紙利用率	37
(2) 古紙配合率	38
(3) 古紙消費原単位	38
7.2 紙への古紙利用	40
(1) 新聞用紙	40
(2) 印刷・情報用紙	41
(3) 衛生用紙	41
(4) 古紙繊維配合紙の品質	41
7.3 板紙への古紙利用	42
(1) 段ボール原紙	42
(2) 紙器用板紙	44
7.4 紙・板紙以外の用途	44
(1) パルプモールド	44
(2) 建材用フィラー	45
(3) 古紙ボード	45
(4) セルロースファイバ	45
(5) 家畜敷き料	45
(6) 汚泥脱水助剤・覆土代替剤	45
(7) 発泡緩衝材	45
(8) その他の古紙解繊材料	45
(9) 固形燃料・溶鋼用鎮静剤	46
8. 今後の古紙利用	46

第2章 古紙処理技術	49
1. 古紙処理技術概論	49
1.1 はじめに	49
1.2 背 景	49
1.3 古紙原料	51
1.4 古紙処理技術の概要	52
(1) 離解工程	53
(2) 除じん工程	54
(3) 脱墨工程	55
(4) 洗浄工程	55
(5) 漂白工程	55
(6) 白水処理	55
1.5 システム設計の基本	56
1.6 歩 留	56
(1) DIP (低白色度)	57
(2) DIP (高白色度)	59
1.7 フローテーション法における脱墨剤	59
1.8 最 後 に	60
2. 古紙受け入れ, 選別	61
2.1 古紙とごみの境界線	61
2.2 家庭から発生する古紙の基本的分別方法	61
2.3 古紙の商品としての品質管理	62
2.4 製紙会社における古紙の受入れ	64
3. 離解, 解繊	66
3.1 低濃度パルパ	67
(1) 低濃度パルパ	67
(2) 2次分離パルパ	67
3.2 高濃度パルパ	68
(1) タブ式高濃度パルパ	68
(2) ドラムパルパ	70
3.3 ニーダ・ディスパーザ	71
(1) 1軸型ニーダ	72
(2) 2軸型ニーダ	73
(3) ディスク型ディスパーザ	73
4. 除 じ ん	74
4.1 スクリーン	75
(1) 除じん機器のフローアレンジ	75
(2) スクリーンの型式と基本原理	75
(3) スクリーンの性能特性	76
(4) スクリーンの性能評価指標	79
(5) スクリーン・システムの構成	79
4.2 クリーナ	80
(1) ハイドロサイクロンの基本原理	81
(2) 古紙処理用クリーナの性能特性	82
(3) クリーナの型式分類	83

(4) クリーナのシステム構成	85
5. 脱 墨	87
5.1 印刷法とインキ	87
(1) インキの組成	87
(2) 印刷法	88
(3) 古紙と印刷	90
5.2 フローテーション法	91
(1) フローテータの前処理 (インキ剥離)	91
(2) フローテーションの原理	92
(3) フローテーションの処理条件	93
(4) フローテータの型式	94
5.3 洗淨 (ウォッシュ) 法	97
5.4 脱墨剤の化学	97
(1) 脱墨と脱墨剤	98
(2) 脱墨剤の構造と特性	98
6. 洗淨・脱水・分級	103
6.1 洗 淨	103
(1) 洗淨の基本原理	103
(2) 洗淨法とフローテーション法の比較	104
(3) 洗淨機の型式と構造	105
6.2 脱 水	107
(1) 脱水の目的と原理	107
(2) 脱水機の型式・構造	108
(3) 系内白水処理	112
6.3 分 級	113
(1) 古紙処理に持ち込まれる繊維長分布	113
(2) 繊維分級の実例	114
7. 漂 白	116
7.1 漂白剤の種類と特徴	117
7.2 過酸化漂白	119
(1) 過酸化水素の物性	119
(2) 漂白原理	119
(3) パルプとの反応	121
(4) 漂白条件	121
(5) 問題点および対策	122
7.3 還元漂白	129
(1) ハイドロサルファイト	129
(2) 二酸化チオ尿素	132
8. 難処理古紙処理対応技術	134
8.1 トナー印刷	135
(1) パルピングの最適化	136
(2) 高濃度分散処理の最適化	138
8.2 ホットメルト	139
(1) 製本用ホットメルト接着剤	140
(2) リサイクル適性評価方法の標準化	141

(3) リサイクル対応型ホットメルト接着剤	143
(4) 古紙処理工程	144
8.3 粘着物 (スティッキー)	145
(1) 粘着物対策の基本	145
(2) 粘着物対策の機器および操作条件の最適化	150
8.4 紫外線硬化インキ	156
(1) UV インキ, UV 加工品 (以下, 総称して UV) に関する対策の基本	156
(2) UV を含む古紙の脱墨システム例	161
9. 古紙処理ラボ実験法	162
9.1 はじめに	162
9.2 古紙のサンプリング	162
(1) 古紙の選別	162
(2) 古紙シーズニング	163
(3) 古紙の小片化	163
(4) 古紙サンプルの保管	163
9.3 古紙配合	163
(1) 古紙配合比率	163
(2) ラボ実験用サンプルの小分け	164
9.4 離 解	164
(1) 離解装置	164
(2) 離解条件	164
(3) 離解度の判定方法	165
9.5 除 じ ん	165
(1) クリーナ処理	165
(2) フラットスクリーン処理	166
(3) ラボ加圧スクリーン処理	166
9.6 インキ剥離	166
(1) PFI ミルによるインキ剥離	166
(2) ラボニーダによるインキ剥離	167
9.7 漂 白	167
(1) 過酸化水素漂白	167
(2) FAS 漂白	167
9.8 脱 墨	168
(1) フローテーション法	168
(2) 洗浄法	169
9.9 手すき紙の作成	169
(1) 脱墨性評価用手すき紙の作成	169
(2) 古紙パルプ強度用手すき紙の作成	169
9.10 評 価	171
(1) 白色度	171
(2) 残インキ	172
(3) 異 物	173
(4) 紙 質	174
9.11 脱墨試験の留意点	174
(1) 実験計画	174

(2) 試料	175
(3) 薬品	175
第3章 古紙処理システム	179
1. 新聞古紙処理工程	179
1.1 はじめに	179
1.2 新聞古紙	179
(1) 古紙の品質	179
(2) 古紙の季節変動	179
1.3 新聞古紙の処理工程	180
(1) 離解工程	181
(2) 除じん工程 (粗選・精選・クリーナ)	183
(3) 分散工程 (ディスパージョン, ニーディング)	186
(4) 漂白工程 (熟成および晒)	187
(5) 脱墨工程	188
(6) 洗浄・脱水工程	189
(7) 歩留	189
(8) 操業管理	189
2. 上級古紙処理工程	192
2.1 脱墨パルプの目標品質と実際	193
2.2 上級古紙処理の問題点と対策	193
(1) Non-Impact 印刷インキへの対応	194
(2) 樹脂加工, UV 硬化インキへの対応	194
(3) 粘着物への対応	194
(4) 早期発見とその対策	194
(5) 灰分除去の対策	195
(6) 感熱紙, 感圧紙の対策	197
2.3 これからの上級古紙処理システム	197
3. 家庭用紙用古紙処理工程	200
3.1 家庭用紙用原料	200
3.2 ティッシュ用古紙処理工程	200
3.3 トイレットロール用古紙処理工程	201
3.4 工程のコンセプト	201
4. 板紙用古紙処理工程	203
4.1 板紙の製品と原料	203
4.2 板紙のフロー	204
(1) 昭和50年代	204
(2) 昭和60年代	204
(3) 平成10年代	204
(4) 最新のフロー	204
4.3 各パートの特徴	205
(1) パルパシステム	205
(2) 高濃度クリーナ	207
(3) 粗選スクリーン	207
(4) 粗選テールスクリーン	208

(5) 中濃度クリーナー	209
(6) 精選スクリーン	210
(7) ディスパーザ	211
(8) リジェクト処理	213
(9) 白水・排水処理	213
(10) アプローチ	213
4.4 歩留対策	216
(1) 古紙処理の系外粕排出	217
(2) 粕処理フロー	217
5. 古紙処理排水の処理システム	219
5.1 古紙排水の特徴	219
5.2 排水処理の分類	220
(1) 凝集処理方法	221
(2) 無機凝集剤注入量制御システム	224
(3) 生物処理	225
5.3 汚泥処理	226
6. 古紙処理廃棄物処理工程 スラッジ、焼却灰	228
6.1 ペーパースラッジの処理状況	229
6.2 ペーパースラッジの利用例	230
(1) 生 PS の利用	230
(2) 炭化 PS の利用	231
(3) 焼却灰の利用	232
(4) PS の新しい利用法 1 (紙へのリサイクル)	233
(5) PS の新しい利用法 2 (ゼオライト合成)	236
第 4 章 古紙パルプの抄紙性	241
1. はじめに	241
2. リサイクルによるパルプ品質の変化	244
2.1 湿潤と乾燥によるリサイクル	244
(1) 繊維の角質化	244
(2) 機械パルプと化学パルプの違い	245
(3) 寸法安定性	247
2.2 薬品と機械処理によるリサイクル	249
(1) アルカリ処理の影響	249
(2) 脱墨処理の影響	250
(3) 叩解の影響	253
(4) 酵素処理の影響	254
3. 脱墨パルプと紙製品	254
3.1 上質 DIP を配合した上質印刷用紙	254
3.2 新聞 DIP を配合した新聞用紙・雑誌用紙	255
(1) 新聞用紙	255
(2) 雑誌用紙	260
4. まとめ	261
4.1 繊維の角質化	261
4.2 アルカリ処理の影響	261

4.3	脱墨の影響	261
4.4	叩解の影響	261
4.5	酵素処理の影響	262
4.6	新聞 DIP を配合した新聞用紙	262
4.7	高白色度新聞 DIP を配合した雑誌用紙	263
第5章	再生紙の品質	265
1.	分析・試験方法	265
1.1	「再生紙」とは	265
1.2	分析・試験方法の標準化	265
1.3	試験用古紙パルプ試料調製法	266
1.4	灰分試験方法	267
1.5	粘着物およびプラスチック試験方法	267
1.6	異物試験方法	271
1.7	古紙の脱インキ試験方法	271
1.8	古紙含有率の評価	273
2.	強度的品質	273
2.1	パルプ繊維の角質化	273
2.2	リサイクルによる紙の強度低下	278
2.3	再生紙の劣化	283
3.	光学的品質	285
3.1	残留インキ	285
3.2	白色度および不透明度	286
4.	古紙の限界回収率	288
5.	古紙の限界使用回数	291
第6章	環境影響, エネルギー消費, LCA	295
1.	リサイクルと環境影響	295
1.1	資源の節約	295
1.2	環境保全	296
1.3	最終処分場の節約	297
2.	2つの炭素循環	298
2.1	持続可能な森林経営	299
2.2	再生紙への古紙パルプ配合率	299
2.3	古紙回収	299
2.4	古紙のバイオマス燃料としての利用	300
2.5	バイオマス起源の CO ₂ について	300
3.	古紙利用とエネルギー消費	300
3.1	紙パルプ産業のエネルギー事情	300
3.2	エネルギー消費量のシミュレーション	302
(1)	新聞用紙	302
(2)	上質紙	303
(3)	紙パルプ産業全体	304
4.	LCA	305
4.1	LCA 発展の経過	305

4.2	ISO 14040 による原則と枠組み	306
4.3	コピー用紙の LCA	308
4.4	上質紙のインベントリ分析	309
(1)	調査範囲の設定	309
(2)	データの特徴	310
(3)	インベントリ分析の結果	310
(4)	古紙パルプ配合率の影響	313
(5)	古紙への環境負荷配分	314
(6)	古紙の燃料としての利用	314
(7)	タイプIII環境ラベルへの応用	314
4.5	白色度が異なる再生紙の LCA	316
(1)	インベントリ分析	316
(2)	影響評価	317
4.6	環境報告書用紙の LCA	317
(1)	環境報告書用紙の内容	317
(2)	インベントリ分析	318
(3)	影響評価	319

付録