

## 目 次

第1章 総 論 .....	1
1. はじめに .....	1
2. 環境問題の変遷 .....	1
2.1 公害の歴史 .....	1
(1) 水俣病 .....	2
(2) イタイイタイ病 .....	2
(3) 四日市ぜんそく .....	2
2.2 公害対策基本法の制定 .....	3
2.3 環境基本法の制定 .....	3
2.4 大気汚染の現状 .....	4
2.5 水質汚濁の現状 .....	5
2.6 廃棄物処理の現状 .....	5
2.7 公害問題から地球環境問題へ .....	5
2.8 地球温暖化 .....	5
2.9 オゾン層の破壊 .....	9
2.10 酸性雨 .....	9
2.11 熱帯林の減少 .....	10
2.12 野生生物種の減少 .....	10
2.13 砂漠化 .....	11
2.14 海洋汚染 .....	11
3. 紙パルプ産業における環境問題の特徴と対策 .....	12
3.1 はじめに .....	12
3.2 大 気 .....	14
(1) 法規制の現状 .....	14
(2) 排ガスの処理 .....	14
3.3 水 質 .....	16
(1) 法規制の現状 .....	16
(2) 排水の特徴 .....	16
(3) 工程内対策 .....	17
(4) 終末処理 .....	18
3.4 臭 気 .....	18
(1) 法規制の現状 .....	18
(2) 悪臭の発生源および対策 .....	19
3.5 廃 棄 物 .....	20
(1) 法規制の現状 .....	20
(2) 紙パルプ産業における廃棄物対策 .....	21
4. 新たな環境問題 .....	22
4.1 はじめに .....	22
4.2 有害大気汚染物質 .....	22

(1) 有害大気汚染物質の選定	23
(2) 優先取組物質	23
4.3 ダイオキシシン	24
(1) ダイオキシシン類とは	24
(2) ダイオキシシン類の生成	26
(3) 法規制の現状	26
4.4 PRTR (Pollutant Release and Transfer Register)	29
(1) 法制定の目的	30
(2) 法律の概要	30
4.5 ISO 14000 シリーズ	31
(1) ISO 14000 シリーズ誕生の背景	31
(2) ISO 14000 シリーズの概要	32
4.6 非塩素漂白	34
(1) 漂白技術の変遷	34
(2) ECF (Elemental Chlorine Free) 漂白	36
(3) TCF (Totally Chlorine Free) 漂白	36
5. 紙パルプ産業における地球環境対策	36
5.1 はじめに	36
5.2 森のリサイクル	37
(1) パルプ材の確保と広葉樹の使用	37
(2) 輸入材比率の増加	38
(3) 国内造林の推進	39
(4) 海外植林の展開	39
(5) パルプ原料としての木材の構成比	41
(6) 二酸化炭素の吸収・固定	42
5.3 紙のリサイクル	42
(1) 古紙利用率の推移	44
(2) 再生紙の製造法	45
(3) 紙製品のエコマーク認定基準	46
(4) 紙のサーマルリサイクル	47
5.4 バイオマスエネルギー	48
(1) 紙パルプ産業におけるエネルギーの特徴	48
(2) 蒸解廃液からバイオマスエネルギーの回収	49
5.5 日本製紙連合会の「環境に関する自主行動計画」	50
第2章 大 気	53
1. 総括：対象範囲とばい煙に関する環境規制およびその成果の概要	53
1.1 対象範囲	53
(1) ばい煙	53
(2) 有害大気汚染物質	54
(3) 地球温暖化問題	54
(4) その他	54
1.2 大気に関するわが国の規制の概要	55
(1) 規制の経緯	55
(2) ばい煙の主な規制	56

(3) 外国の基準との対比	58
(4) ばい煙発生施設	61
1.3 紙パルプ産業における汚染防止成果	61
(1) 硫黄酸化物	61
(2) 窒素酸化物	66
(3) ばいじん	67
2. ばい煙対策	69
2.1 燃料と燃焼管理	69
(1) 燃料の種類とその推移	69
(2) 重油	70
(3) 石油コークス	71
(4) 石炭	71
(5) ガス類	72
(6) 黒液	73
(7) 燃焼管理	74
(8) 燃焼技術の進歩と動力設備の運営	76
2.2 ばい煙の大気拡散と煙突	77
2.3 排煙脱硫技術	78
(1) 湿式法と乾式法	78
(2) 主な湿式脱硫法	80
(3) 吸収塔の構造他	85
(4) 乾式脱硫法	90
(5) 脱硫方式の選択	91
2.4 集じん技術	92
(1) まえおき	92
(2) 集じん性能	94
(3) 紙パルプ産業で使用される集じん装置	96
(4) 遠心力集じん装置	96
(5) ろ過集じん装置(バグフィルタ)	96
(6) 電気集じん装置(略称 EP)	101
(7) 洗浄集じん装置	105
2.5 低 NO <sub>x</sub> 燃焼技術と脱硝技術	105
(1) 窒素酸化物 (NO <sub>x</sub> ) の発生機構	105
(2) 低 NO <sub>x</sub> 燃焼技術	105
(3) 脱硝技術	113
3. 新しい動き：有害大気汚染物質の規制	118
3.1 取り上げの動機，アメリカでの進め方およびそれからの考察	118
3.2 わが国の動き	120
3.3 紙パルプ産業の対応	121
3.4 今後の進め方において留意すべき点	122
4. 地球温暖化問題	123
4.1 総論	123
(1) 温暖化の原因とその排出量低減に関する国際的合意	123
(2) 温室効果ガスの内訳（世界）	123
(3) 温室効果ガスの内訳（わが国）	124

(4) 温室効果ガス各論	126
(5) オゾン層保護問題との関係	129
4.2 地球温暖化問題への取り組み	130
(1) わが国の総合的な温室効果ガス排出量削減目標と対策について	130
(2) 温暖化問題取り組みにおける紙パルプ産業の特色	131
4.3 紙パルプ産業の地球温暖化対策	135
(1) 総括	135
(2) 燃料転換	135
第3章 水 質	139
1. 概 要	139
2. 水質汚濁の要因	140
2.1 パルプ製造に伴う水質汚濁の要因	141
(1) 木材成分について	142
(2) ケミカルパルプ製造に伴う水質汚濁の要因	142
(3) メカニカルパルプ製造に伴う水質汚濁の要因	144
(4) ケミメカニカルパルプ製造に伴う水質汚濁の要因	144
2.2 製紙に伴う水質汚濁の要因	145
2.3 古紙パルプ製造に伴う水質汚濁の要因	145
2.4 その他の水質汚濁の要因	147
3. 排水の特徴	147
3.1 ケミカルパルプ製造に伴う排水の特徴	147
3.2 メカニカルパルプ製造（含、ケミメカニカルパルプ）に伴う排水の特徴	148
3.3 古紙パルプ製造に伴う排水の特徴	149
3.4 製紙（抄紙、塗工）に伴う排水の特徴	149
3.5 まとめ	150
4. 製造工程内での処理対策	151
4.1 発生源対策（内部処理）の考え方	151
4.2 発生源対策と問題点	153
(1) 洗浄の強化	153
(2) 蒸解方法の改善	155
(3) 酸素漂白	159
(4) ECF	161
5. 製造工程外での排水処理方法	162
5.1 pH とその調整方法	163
(1) 原理および定義	163
(2) 中和剤および pH 調整剤	165
(3) 中和装置	166
(4) pH 自動制御	167
5.2 SS とその除去方法	167
(1) 定 義	167
(2) 紙パルプ排水の SS	168
(3) SS の除去方法	168
5.3 BOD とその除去方法	182
(1) BOD の定義	182

(2) 紙パルプ排水のBOD	183
(3) BODの除去方法	183
5.4 CODとその除去方法	198
(1) CODの定義	198
(2) 紙パルプ排水のCOD発生要因	199
(3) CODの除去方法	199
5.5 高次処理法	201
(1) 活性炭吸着法	202
(2) 膜分離法	206
6. 排水の生物への影響	208
6.1 はじめに	208
6.2 生物試験を用いた排水規制	209
6.3 水生生物を用いた試験法	211
(1) 試験結果の評価法	211
(2) 各試験法の概要	212
6.4 紙パルプ工場排水の生物試験とフィールド調査	215
(1) ヨーロッパ	215
(2) カナダ	216
(3) アメリカ	219
(4) 日本	220
6.5 生物に影響する成分と影響の削減法	223
(1) 生物に影響を及ぼす排水成分	223
(2) 生物影響の削減方法	225
(3) ECF,TCF排水の生物への影響	226
6.6 これからの水環境対策	228
(1) 内分泌攪乱化学物質	228
(2) 総合的環境管理	228
第4章 騒音・振動	233
1. 騒音・振動の基礎	233
1.1 騒音の基礎知識	233
(1) 音の性質	233
(2) 音の定義	234
1.2 振動の基礎	236
(1) 振動加速度レベル	236
(2) 振動レベル(振動感覚補正を行った振動加速度レベル)	237
2. 騒音・振動の評価に関する規制	237
3. 騒音・振動防止の考え方	240
4. 紙パルプ製造ラインで使用される主な機器の騒音特性	243
4.1 送風機	243
(1) 送風機の騒音特性	243
(2) 騒音レベルの推定方法	245
(3) 送風機騒音の低騒音化	247
4.2 ポンプ	248
(1) ポンプの騒音特性	248

(2) ポンプ騒音の推定方法	253
(3) ポンプ騒音の低騒音化	253
(4) ポンプにおける騒音対策事例	254
(5) ポンプ本体の騒音低減対策	254
4.3 冷却塔の騒音	254
(1) 冷却塔の騒音特性	254
(2) 冷却塔騒音の推定方法	255
(3) 冷却塔の低騒音化	255
(4) 冷却塔の騒音対策例	257
5. 騒音対策の動向	258
5.1 吸音材料	258
5.2 消音器	258
5.3 プラントの騒音対策	258
第5章 臭 気	261
1. はじめに	261
2. 臭気の原因となる化学物質	262
3. 嗅 覚	262
4. 臭気の強さ	263
4.1 嗅覚閾値	263
4.2 臭気の強さと感覚の関係	263
(1) 臭気濃度 (Odor Concentration)	265
(2) 臭気指数 (Odor Index)	265
(3) 臭気強度 (Odor Intensity)	265
5. 臭気測定法	265
5.1 官能試験法 (嗅覚測定法)	265
5.2 機器分析法	266
(1) 所要機器と測定手順	266
(2) 排出水の濃度測定留意点	268
(3) 簡易測定法	269
5.3 官能試験と機器分析の相関性	269
6. クラフトパルプ製造工程における臭気	270
6.1 クラフトパルプ製造工程	270
6.2 クラフトパルプ製造工程の臭気の性質	273
6.3 クラフトパルプ製造工程での臭気発生	274
(1) 蒸解工程	274
(2) パルプ洗浄工程	275
(3) 黒液濃縮工程	276
(4) 回収ボイラ工程	277
(5) キルン工程	278
(6) 排水系統	278
(7) 臭気発生の実態	278
7. 臭気防止対策	279
7.1 概 論	279
7.2 臭気防止対策の取り組み方	279

7.3	臭気防止対策	280
7.4	現行クラフト工場の対策	281
(1)	蒸解工程における対策	281
(2)	洗浄・精選工程における対策	283
(3)	黒液濃縮工程（エバポレータ）における対策	283
(4)	回収ボイラ工程における対策	285
(5)	キルン工程の対策	287
(6)	臭気排水対策	287
(7)	非凝縮性ガス（NCG）の処理	288
(8)	ストリップング処理	288
(9)	わが国で実施されている規制と対策	292
8.	今後の課題	295
8.1	パルプ化法の開発	295
8.2	臭気ガスの捕集・処理技術	297
(1)	パルプ洗浄	297
(2)	密閉化	297
(3)	臭気性排水処理	297
8.3	その他の工程からの臭気	300
8.4	臭気規制	300
9.	結 び	301
第6章 産業廃棄物		303
1.	はじめに	303
2.	国内の産業廃棄物の現況	303
2.1	産業廃棄物の総排出量	303
2.2	業種別排出量	303
2.3	産業廃棄物の処理状況	304
3.	紙パルプ業界の現況	305
3.1	紙パルプ業界の廃棄物	305
(1)	産業廃棄物の定義	305
(2)	廃棄物の種類	306
(3)	廃棄物の総排出量の推移	306
(4)	廃棄物の種類別排出量	306
(5)	廃棄物の利用量と最終処分量の推移	308
(6)	減量化量と資源化率の推移	309
3.2	紙パルプ業界の削減目標	309
4.	廃棄物の処理方法と処理設備	311
4.1	中間処理設備	311
4.2	脱水装置	311
(1)	遠心脱水機（デカンタ）	312
(2)	ベルトプレス脱水機	313
(3)	スクリュープレス型脱水機	313
(4)	導入実績	315
4.3	破碎設備	317
(1)	切断機	317

(2) 低速回転式破砕機	318
(3) 高速回転式破砕機	319
(4) 導入実績	320
4.4 焼却設備	321
(1) 概要	321
(2) 焼却設備の仕様の検討	321
(3) 焼却設備の種類と選定	328
(4) 導入実績	341
5. 産業廃棄物の有効利用と資源化設備	343
5.1 有効利用状況	343
(1) 資源化率	343
(2) 廃棄物の種類と利用先	344
(3) エネルギーの回収と発電	345
5.2 焼却灰の性状	347
(1) ペーパーセラッジ (PS) 灰の成分	347
(2) PS 灰の溶出成分	349
5.3 再資源化設備	349
(1) 乾燥設備	349
(2) 乾溜設備 (炭化設備)	353
(3) 固形燃料製造設備	354
5.4 有効利用事例	356
(1) セメント原料への利用	356
(2) 熔鋇用保温酸化防止剤・鎮静剤	360
6. 廃棄物の処理委託	362
6.1 概要	362
6.2 社内体制の整備	362
(1) 廃棄物処理責任者	362
(2) 廃棄物対策委員会	363
(3) 製造部門	363
(4) 原料調達部門	363
(5) 処理施設部門	363
(6) 管理部門	363
(7) 自己評価チーム	363
6.3 委託業者の選定	364
7. 今後の課題	364
7.1 発生源対策	364
7.2 廃棄物排出ゼロへの取り組み	367
(1) 取組組織	367
(2) ゼロ対策の手法	368
7.3 法的課題の解消	370
(1) 廃棄物の定義の課題点	370
(2) 焼却炉の維持管理基準の課題点	370
(3) 焼却設備等の建設期間の長期化	371
(4) 「廃掃法」の柔軟な解釈と運用	371
8. 結 び	371