

資料 No.31 製紙産業の発展に大きな影響を与えた技術 —ある製紙工場（王子製紙春日井工場）におけるKP回収部門の技術変遷の記録—

1. 経緯

上質紙やコート紙を主力製品とし、かつ、クラフトパルプを自給している工場では、KP回収部門から得る蒸気・電力（エネルギー）が工場全体の需要のかなりの部分をまかなっている。そのような工場が、クラフトパルプの生産量を増すなかで、如何に回収部門の技術を発展させてきたかを記録することは、クラフトパルプとエネルギーの両面から意味がある。その典型的な例として、王子製紙春日井工場よりKP回収部門の技術変遷の記録を提供いただいた。

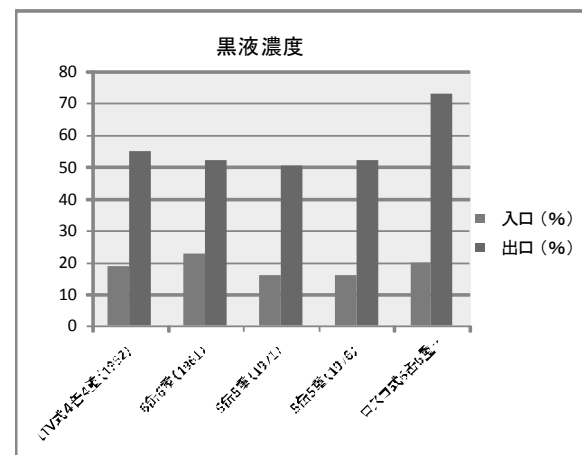
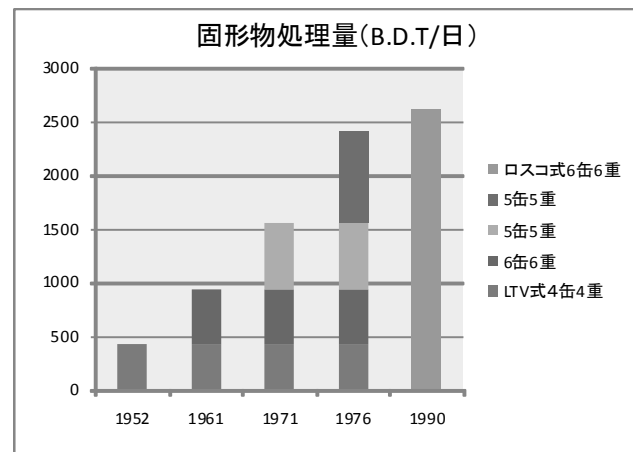
王子製紙春日井工場は、1952年に世界に先駆けてKP連続釜（120t/日）を設置し、上質紙、コート紙の工場として生産量を増すとともに、ティッシュも生産している。パルプは、自製クラフトパルプが主力（1,650t/日）で、現在でも、回収部門から得るエネルギーが工場の需要量の約60%を満たしている。その技術変遷の記録を裏面にまとめると共に以下に概説する。

2. 1989年—1991年における工場の合理化

1952年に生産を開始した工場は、その後増設を繰り返すが、1989年より大がかりな合理化と増産を進める。それらは、クラフトパルプ連続釜の新設、包装用紙抄紙機、塗工原紙抄紙機、ティッシュ抄紙機の新設である。これと合わせて、回収部門も大きく合理化される。

3. エバポレータ

クラフトパルプの生産量が増加するにつれ、エバポレータは増設され、かつ、大型化する。そして、1990年に大がかりなスクラップ&ビルドが行われ、併せて、ロスコ式のエバポレータが導入された。その過程を以下にまとめる。



1990年に導入されたロスコ式エバポレータの特徴は、従来のチューブ式と比較すると、以下の通りである。

- ・ 伝熱面のスケール洗浄が容易：チューブ式は年輪状に強固なスケールが生成し洗浄が困難であるが、ロスコ式は板状に脆いスケールが生成するため洗浄が容易
- ・ 多重（6缶6重）効用が可能：1缶当りのΔPが小さいこと。Δt小さいことから、有効温度差を大きくとる

ことができ、多重効用（6缶6重）が可能

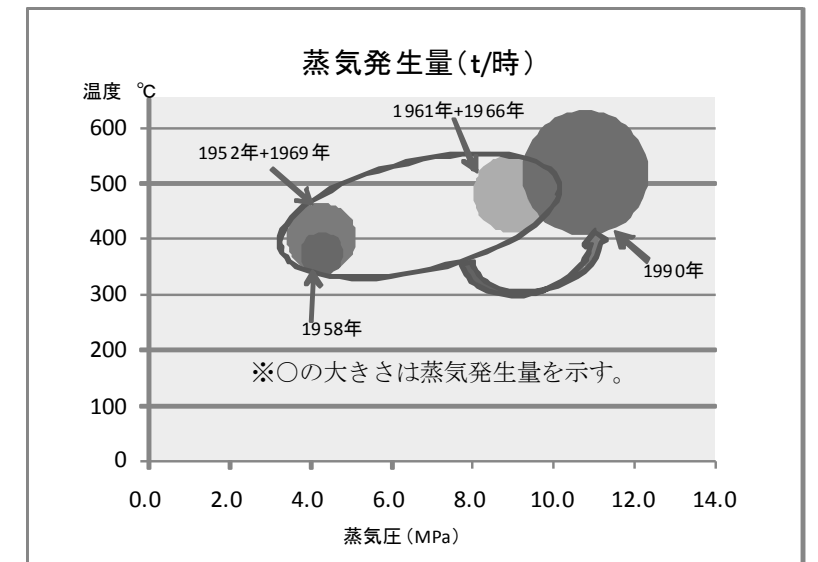
- ・ 省エネ：強制循環型に比べ、循環量が少なく電力消費が少ない。

4. 回収ボイラー

クラフトパルプの生産量が増加するにつれ、回収ボイラーも増設され、かつ、大型化する。エバポレータと同じく、1990年に大型設備に統合される。その過程を右下にまとめる。

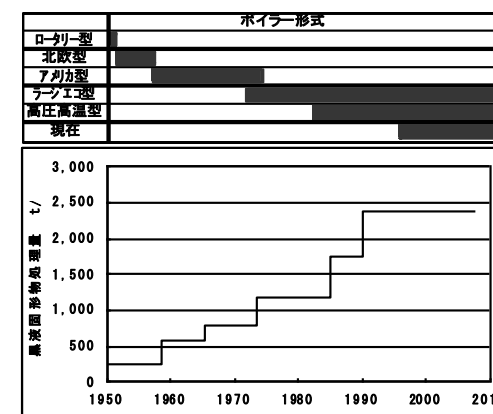
1990年に導入された高温高压ボイラの特徴は、以下の通り。

- ・ 過熱器高温腐食対策として、25Cr鋼管(YUS170)の採用
- ・ 火炉蒸発管腐食対策として、18Cr肉盛鋼管の採用
- ・ (黒液高濃度化に伴い)カスケードエバポレーター廃止、ラージエコマイザー設置による、臭気対策及び熱回収強化、また、灰堆積軽減のため、エコマイザーは平行流タイプを採用
- ・ ドラム単胴化により灰付着軽減
- ・ 空気口自動掃除機導入による省力化
- ・ エコマイザード下流にガス式給水加熱器を設置し排ガス熱回収強化



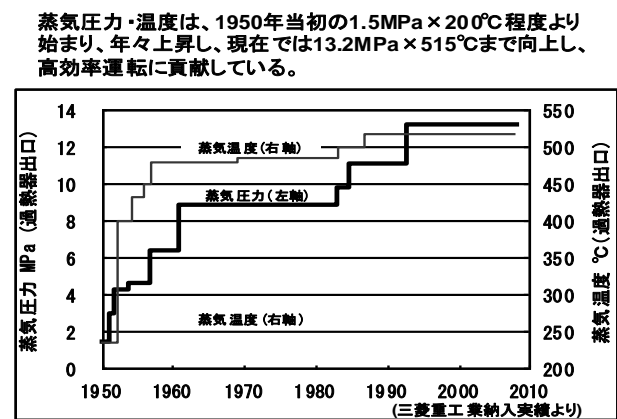
この分野の技術開発については、山本禎久氏が、紙パルプ技術協会年次大会前日講演会（2010年10月5日）にて紹介されているが、その中の装置の大型化、高温・高压化の歴史を以下に引用する。

3. 回収ボイラーの大容量化



ボイラー形式の変遷と共に大容量化が進み、現在では黒液固形物処理量で2000t/dを超えている。

4. 蒸気条件の推移



（資料提供：王子製紙春日井工場 まとめ：飯田清昭）

王子製紙春日井工場におけるエバポレーター(EV)及び回収ボイラー導入履歴

西暦	年号	工場トピックス	紙生産量 t/年	エバポレーター (EV)	回収ボイラー	
1952	S27	操業開始 (1マシン稼働)  2~5マシン稼働	40千	<p>●初号機：旧1EV</p> <p>メーカー：IHI 型式：LTV式 4缶4重効用 固形分処理量：430BDt/日 蒸発水量：78.5t/h 黒液濃度：入口19%、出口55%</p>	<p>●初号機</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：J.M.W式(カスケード・Eハ無) 固形分処理量：175BDt/日 発生蒸気条件：26t/h×4.3MPa×400℃</p>	
1957	S30	KP拡張	65千t	<p>●4EV</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：6缶6重効用 固形分処理量：520BDt/日 蒸発水量：100t/h 黒液濃度：入口23%、出口52% ※上記データは、1964年(S39年)当時の仕様</p>	<p>●(旧)1号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：315BDt/日 発生蒸気条件：47.5t/h×4.3MPa×372℃</p>	
1958	S32					<p>●5号回収ボイラー(蒸気圧90k級 国内初号機)</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：525BDt/日 発生蒸気条件：77t/h×9.0MPa×480℃</p>
1961	S36					
1966	S41	<p>●2EV</p> <p>メーカー：IHI 型式：5缶5重効用 固形分処理量：600BDt/日 蒸発水量：91t/h 黒液濃度：入口16%、出口50%</p>	<p>●9号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：612.5BDt/日 発生蒸気条件：100t/h×4.3MPa×400℃</p>			
1969	S44	<p>●3EV</p> <p>メーカー：IHI 型式：5缶5重効用 固形分処理量：850BDt/日 蒸発水量：131t/h 黒液濃度：入口16%、出口52%</p>		<p>●1号回収ボイラー(100k高压型)</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE単胴式(ラジエコマイザー) 固形分処理量：2,400BDt/日 発生蒸気条件：410t/h×10.8MPa×515℃</p> <p><b>高温高压ボイラー</b> (1990年当時、世界最大級) ①過熱器高温部材に25Cr鋼管(YUS170)の採用 ②火炉下部に18Cr肉盛鋼管の採用 ③平行流ラジエコマイザーの設置 ④ホイルバンク・水ドラムの廃止(ドラム単胴化) ⑤空気口自動掃除装置採用 ⑥ガス式給水予熱器の採用</p>		
1971	S46	家庭紙事業へ参入 (T-1マシン稼働)	350千t		<p>●1EV</p> <p>メーカー：住友重機械工業 型式：ロスコ式 6缶6重効用 固形分処理量：2,600BDt/日 蒸発水量：400t/h 黒液濃度：入口20%、出口73%</p> <p><b>高濃度エバポレーター</b> (1990年当時、世界最大級) プレートタイプ(ロスコ式)エバポレータの採用 【プレートタイプの特徴】 ①伝熱面のスケール洗浄が容易 ②1缶当りのΔP、Δtが小さい … 6缶6重効用が可能 ③省エネ</p>	<p>●(旧)1号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：315BDt/日 発生蒸気条件：47.5t/h×4.3MPa×372℃</p>
1976	S51	T-2マシン稼働	600千t	<p>●2EV</p> <p>メーカー：IHI 型式：5缶5重効用 固形分処理量：600BDt/日 蒸発水量：91t/h 黒液濃度：入口16%、出口50%</p>	<p>●(旧)1号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：315BDt/日 発生蒸気条件：47.5t/h×4.3MPa×372℃</p>	
1978	S53			<p>●3EV</p> <p>メーカー：IHI 型式：5缶5重効用 固形分処理量：850BDt/日 蒸発水量：131t/h 黒液濃度：入口16%、出口52%</p>		
1981	S56			<p>●4EV</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：6缶6重効用 固形分処理量：520BDt/日 蒸発水量：100t/h 黒液濃度：入口23%、出口52% ※上記データは、1964年(S39年)当時の仕様</p>		
1985	S60			<p>●5号回収ボイラー(蒸気圧90k級 国内初号機)</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：525BDt/日 発生蒸気条件：77t/h×9.0MPa×480℃</p>		
1988	S63	T-3マシン稼働	780千t	<p>●6号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：612.5BDt/日 発生蒸気条件：80t/h×9.0MPa×480℃</p>	<p>●7号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：612.5BDt/日 発生蒸気条件：80t/h×9.0MPa×480℃</p>	
1989	H1	新KP稼働		<p>●8号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：612.5BDt/日 発生蒸気条件：80t/h×9.0MPa×480℃</p>		
1990	H2	9マシン稼働		<p>●9号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：612.5BDt/日 発生蒸気条件：100t/h×4.3MPa×400℃</p>		
1991	H3	10マシン稼働		<p>●10号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：612.5BDt/日 発生蒸気条件：100t/h×4.3MPa×400℃</p>		
1993	H5	T-4マシン稼働	<p>●11号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：612.5BDt/日 発生蒸気条件：100t/h×4.3MPa×400℃</p>	<p>●12号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：612.5BDt/日 発生蒸気条件：100t/h×4.3MPa×400℃</p>		
2002	H14		<p>●13号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：612.5BDt/日 発生蒸気条件：100t/h×4.3MPa×400℃</p>	<p>●14号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：612.5BDt/日 発生蒸気条件：100t/h×4.3MPa×400℃</p>		
2009	H20		<p>●15号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：612.5BDt/日 発生蒸気条件：100t/h×4.3MPa×400℃</p>	<p>●16号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：612.5BDt/日 発生蒸気条件：100t/h×4.3MPa×400℃</p>		
2010	H21		<p>●17号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：612.5BDt/日 発生蒸気条件：100t/h×4.3MPa×400℃</p>	<p>●18号回収ボイラー</p> <p>メーカー：三菱重工業 型式：CE2胴式(カスケード・Eハ有) 固形分処理量：612.5BDt/日 発生蒸気条件：100t/h×4.3MPa×400℃</p>		

