大昭和製紙鈴川工場の悪臭問題の歴史

白石昌春*, 室伏 力**

History of Odor Problem at Suzukawa Mill Daishowa Paper Mfg. Co., Shizuoka, Japan

Masaharu Shiraishi and Tsutomu Murofushi***

1. Condition Before Starting Positive Improvement :

Suzukawa Mill of Daishowa Paper Mfg. Co. was constructed in 1937 as the first kraft mill on Mainland Japan. The mill is located at the foot of Mt. Fuji, also facing Suruga Bay of Pacific Ocean. It was a quiet farming district, but has been changed to industrial area introducing many industries.

The first pollution problem was flying ash, then the next problem was paper sludge, and the third one was odor problem.

2. New Policy :

Daishowa Suzukawa Mill had set up a new policy for the odor problem :

- (1) Recognition that Suzukawa mill is affecting surrounding community regarding odor problems.
- (2) Pay maximum effort to minimize opposite feeling within the residents.
- (3) Start installation of pollution protection systems from the effective parts, and continue the improvement to reduce total amount of pollutants.
- (4) The reference should be taken not only from accidents that have already happened, but the mill should put monitors for collecting the comprehensive information.
- (5) Investigation of origin, quantity, consistency of pollutants and the impact to total problem.

3. Technical Results of Consecutive Treatment :

- (1) Accumulation of odorous gas and combustion at a lime kiln.
- (2) Stripping of pulp mill effluent by steam heat, vacuum stripper.
- (3) Installation of recovery boilers, which include installation of Modo Scrubber, odorless boiler and Daishowa-Ebara system (D-E System).

4. The Response of Residents in Surrounding Area :

The accumulation of gases had good reputation when it was installed, but after 3~6 months, people said that the strength of odor had not been reduced. The stripping plant had the same result as the gas collection. The boiler improvement had no response, but the attitude was appreciated.

Also, we recognized the importance of emergency : Since people have got used to living in an odor-free atmosphere, then if they have a sudden strong odor, the impact is so great.

Suzukawa mill organized about 40 monitors since 1971, collecting data regarding flying ash, noise, odor, and vibration. The mill executed the improvement according to the collected date, and the results came out well on the monitors' records.

When the generation of odor reduced to 1/10, people feel 1/2 reduction. Our Suzukawa mill reduced odorous material to 8.7% based on 1972, but from above theory, it is still a fair amount for the people living near the mill.

* カリブー・パルプアンドペーパー社, B.C. カナダ 元大昭和エンジニアリング(株)
Cariboo Pulp & Paper Company, Quesnel, British Columbia-formerly Daishowa Engineering Co.,
Fuji City, Shizuoka, Japan

** 大昭和製紙鈴川工場
Senior Engineer, Suzukawa Mill, Daishowa Paper Mfg. Co.

要 旨

1. 悪臭対策以前の状況

鈴川は、北に富士山、南は駿河湾に面した静かな農村であった。昭和12年、内地で最初のクラフト工場が建設されたが、工場の規模は拡大され、他の産業も立地し、工業地帯と変わった。

公害問題は、当初粉じん、次いで田子の浦港のヘドロ、そしてクラフト工場の悪臭が問題となった。

2. 新 施 策

鈴川工場は、1971年に新たなポリシーを決めた。

- (1) 鈴川工場は公害を出していることを認識する。
- (2) 隣接住民との対立を最小にすべく努力する。
- (3) 最も効果的な部分より設備改善を進める。
- (4) モニターを置いて潜在的な公害原因を探知する。
- (5) 公害の発生源、量と、住民に対するインパクトを調査する。

3. 工程の改善

- (1) 悪臭ガスの集合と、キルンとRBでの燃焼。
- (2) 排水の蒸気加熱真空型ストリップング。
- (3) RB関係の改善。モードスクラバーの設置、無臭化ボイラーの設置。大昭和荏原（D-Eプロセス）の設置。

4. 隣接住民の工程改善に対する反応

ガス集合は、悪臭減少の評価が出たが、3～6カ月後には、悪臭が元にもどった、と言われた。鼻が鋭くなったためである。ストリップングも評価が高かったが、同じく3～6カ月後には元にもどった、と言われた。回収ボイラーについては反応が出なかったが、工場の態度は好感が持たれた。

重要なのは緊急時に濃い悪臭物質が流れた場合、無臭に馴れた住民にインパクトが大きい点である。

鈴川工場は、1971年以来、40名のモニターを配置し、粉じん、騒音、悪臭、振動のデータを集めている。工場はこれをもとにして、設備改善を進めたが、その結果が良くモニターの記録に表われた。

悪臭に対する感覚は、悪臭物質が1/10になって、1/2になったと感ずると言われる。鈴川工場の悪臭物質は、1972年と比較して、8.7%以下であるが、未だ隣接居住者は、悪臭が消えたとは思っていない。

1. 結 論

当初、大昭和製紙の工場の公害設備の改善は、隣接住民の苦情によって余儀なくさせられたものである。

しかし、幾多の経験を積み、鈴川工場はモニターシステムを採用することによって、潜在的な問題を察知

Table 1 Change of production

	Total Output	Digester Installation	Recovery Boiler Installation Smelting Furnace
1938	30~40 t/d	Batch Dig.	Murray Warren
1953	100 t/d	Batch Dig.	B & W 80 t/d
1958	240 t/d	Batch Dig.	C E 130 t/d
1965	600 t/d	#1 Cont. Dig.	C E 400 t/d
1969	1,000 t/d	#2 Cont. Dig.	C E 400 t/d
1975	1,000 t/d		B & W 650 t/d

し、工場の排出する公害物質の量と人間の知覚、鈴川工場隣接住民の反応との関係を分析するようになった。

鈴川工場は新工場ではなく、長い間に増設して出来たものであり、公害設備も新鋭工場ほど単純ではなく、いわゆる「スクラップ・アンド・ビルド」で徐々に生産能力を増し、同時に公害設備も改善した工場である。

2. 公害問題に積極的に取組むまでの経過

大昭和製紙（株）鈴川工場は1937年に、内地最初のクラフト工場として建設された。鈴川工場は、55 m³の釜2基、スメルティングファネス、バッチの苛性化装置等を輸入し、その生産量は30～50 t/日であった。本工場は富士山のふもとで、駿河湾に面している。東京から西に130 kmで、当時汽車で4時間位かかり、静かな農村であった。以来、富士山と駿河湾は変りもしないが、山と海との間の地域は大きく変ぼうした。東京、名古屋、大阪に近いにもかかわらず、諸産業を吸収するスペースと、良い気候、富士山からの良い水に恵まれて、大きく発展をした。すなわち、製紙以外の、自動車、合繊、電器、食品・薬品等の工場が相次いで建設された。また、鈴川工場も年とともに生産量を増した。

以上のように生産量が増加し、人口も増加するに従い、公害問題が徐々に発生し出した。これは初期において、適当な公害防止の技術と機器が無かったからである。最初のクレームは、回収ボイラーからの粉じん、これが近所の家に舞い降りた。当時電気集じん機はついてしたが、効率が低かったせいである。この問題は1969年頃、新式の集じん機がついて終止符を打った。

次のクレームは排水公害であった。富士市とその隣で、製紙工場が約200あり、その製造する紙も種類が多い。そこから排出される大量のSSが、二つの川

の出口に建設された港に沈積した。このクレームは港の受益者と漁業者からであった。この排出物は、毒性は無いにもかかわらず、大きくクローズアップされ、あたかも非良心的利益追求企業のサンプルの代表的な例とされてしまった。この問題も、今見るような排水処理設備が出来て解決された。

一方、公害取締りの法令面で、我々はナショナルミニマムしかないが、実際の規制は、これよりもっともっと厳しい。つまり、法令の数字にかかわらず、居住者を満足させなければならないからである。

この規制にももちろんはっきりした目的がある。1) 人命の保護、2) 居住権の保護、3) 環境の保護、等である。

悪臭については、8物質が汚染物質として規定され、その中に、硫化水素、メチルメルカプタン、ジメチルサルファイドが含まれている。

これ等の汚染物質は、その排出口で規制されるのではなくて、工場境界線における濃度で規制される。この法令自体にももちろん弱点がある。すなわち、風向きと、風の強さでその時々観測値が変わるからである。実際の問題は、観測値が規制値の内であるか、外であるかはほとんど問題にならないし、また学問的な研究で、この汚染物質濃度が健康に影響を及ぼすかどうか判定要素とはならない。すなわち、居住者が工場によって迷惑をこうむっていると感じればクレームとなるのである。この関係は悪臭だけでなく、音、振動についても同じことが言える。しかしながら、音と振動は悪臭と比べて、一段と再現性がある。悪臭は、天候、日時、また最後には個人のきゅう覚によって異なる。この地方では、夏には日中風が海から吹き、夜は山の方から吹く、冬になると逆に、日中風は山から吹き、夜になると海から吹く。

1971年まで、鈴川工場は政府の規制に従って公害対策を進めて来た。しかし、この方針では実際の公害問題を根本的に改善することは出来ないという考えに至った。

1971年、鈴川工場は、公害について新しい方針を決定した。

- 1) 鈴川工場は悪臭について、隣接住民に影響を与えていることを認識する。
- 2) 隣接住民に反感を持たれぬよう、出来るだけの誠意をつくす。
- 3) 効果の高い部分より公害設備の改善を行い、汚染物質を減らすよう改善工事を続ける。
- 4) 設備改善の基礎となる情報は、すでに発生した事故だけに依らず、モニターを配置し、広範囲に

情報を集める。

- 5) 臭気物質の発生原因、量、濃度の調査を進め、これと隣接住民に与える影響の強さの関係を調査する。

3. 1972年以降の設備改善とその結果

3.1 臭気ガス集合とその燃焼

鈴川工場は、すでに希黒液酸化装置を設置していたが、これは臭気対策を目的としたものでなく、真空蒸発缶の保護を目的としたものであった。

1971年に、鈴川工場は初の臭気対策を目的とした装置を設置した。すなわち、ブロータンク、希黒液タンクから発生する蒸気、黒液フィルターの蒸気等を3基のシールタンクに吸引し、冷却ミスト除去した後、ライムマッドキルンで燃焼した。ガス量は TRS で $70 \text{ m}^3/\text{h}$ で、濃度は $8,800 \text{ ppm}$ であった。装置は、硫黄化合物を対象とし、すべて SUS 316 を使い、各所に防爆装置としてラプチャーディスクを設置し、キルン投入直前に、フレームアレスターを設置した。キルン投入法としては直接着火させず、バーナーフードに沿って、二次空気に乗せてやる方式をとっている。この装置稼働により、約40%の臭気発生源を減らすことが出来た。この臭気ガス集合法は効果が大きかったが、なお不十分であったため、後に拡張工事を行った。その結果、集合量としてはキルンのみでは処理出来ず、回収ボイラーでの燃焼分解も行えるようにした。

3.2 臭気排水処理

鈴川工場は、1973年に臭気排水対策として、蒸気減圧ストリッパを設置した。処理能力は、水量で $150 \text{ m}^3/\text{h}$ であった。本プロジェクトは、大昭和製紙と、住友重機械と共同で行われ、政府の補助金を得て作られたものであり、テストプラントであり、予算の制限内の容量となった。このプラントは、20段の泡鐘型で、12, 16, 18, 20段で使用可能であり、蒸気量は 1 t/h から 5 t/h まで変化させて、各段数と組み合わせることが可能であった。テスト中に発見されたことは、リフラスラインに、ターベンチンデカンターの設置が必要であること、また処理水の pH がアルカリ性側では、ストリッパとしての機能発揮が出来ないことであり、この点を考慮して $150 \text{ m}^3/\text{h}$ 処理で16段以上使用、pH 7、蒸気 4 t/h で脱臭効率が99%以上であることが判明した。この排水は、蒸解工程におけるターベンチンデカンターのドレン、ブローヒートコンデンサーのドレン、臭気ガス集合タンクのドレン、及び真空蒸発2缶系列のドレンのうち臭気の強い4、5、6号缶のみを分離したものである。

Fig. 1 Simplified flow diagram of odorous gas collection at Suzakawa Mill.

また、ストリッパーのリフラックスラインのターペンチン臭気は、メチルメルカプタン等の臭気を含有しているため、蒸解工程のターペンチンより強烈な臭気を発散するため、ポンプのグランドの洩れもあってはならない。日本ではこのような臭気のため、ターペンチンの市場は全く無い（独立ラインでRBで燃焼）。

以上の経験に基づいて、鈴川工場は1978年に、400 m³/hのストリッパーを設置した。この設備は、13段のシーブトレイで10 t/hの蒸気量である。

排水のpHは硫酸でコントロールされ、ターペンチンのデカンターが、リフラックスラインに設置された。

この問題は、工場の総合排水が夏期には40°Cを超える。総合排水処理場でpHをコントロールする時、また75 m直径の大型クラリファイヤーの表面より臭気が発生し、季節により風向が悪くなると近隣の住宅地に悪臭をもたらしていたため必要となった。

このストリッピングガスは、テスト機も、増設分も臭気ガス集合ラインと合わされて、キルンで燃焼させている。除去された臭気ガスは、23.3 m³/hとターペンチン15 l/hであり、ターペンチンの臭気も考えるとその効果は大きい。

3.3 回収ボイラー排ガス処理

鈴川工場は、1974年に濃黒液酸化装置を設置し、H₂Sの減少を計った。当時全固型分量は1,500 t/日であり、回収ボイラー4缶を運転していた。これは、加

Fig. 2 Stripping system

熱空気をレベルコントロールした濃黒液タンクに吹き込むものである。我々はこれにより100%のH₂S除去を期待したのだが、結果は芳しくなかった。

また、ボイラーの操業方法も検討した結果、負荷を軽く押え、過剰空気を増やすという方法が良い結果を出した。

また、同時期に行政的にSO_xの総量規制が始まった。そこで鈴川工場として、SO_xとH₂S両方を減少させる設備を研究することとなった。

最初の試として、モードスクラバーが選ばれて、設置され、これにより150 ppmあったH₂Sの80%を減少させることが出来た。この排ガスは、最初に装

Fig. 3 D-E Process

置の下室から上室を通り煙突へ流れるが、上下段共スプレー方式をとり、独立循環をする。吸収液としては、上段にはカセイソーダ、下段は苛性化工程の弱白液を使用し、一部は回収工程にもどされる。各吸収液は、室外で空気酸化され、吸収効率が80%を維持するようにコントロールする。またこの酸化の触媒として活性炭を少量添加している。この設備の設置により、'72年の全臭気ガスの14.1%を減少させることが出来た。

1976年に、鈴川工場は、固型分量1,100 t/日のラージエコノマイザータイプの無臭型ボイラーを設置した。このボイラーの稼働により、今まで運転していた2缶の回収ボイラーを休止し、残りの2缶の負荷を軽くすることが出来た。このボイラー排ガスのTRSは1 ppm以下であり、 SO_x は10 ppm以下である。また、この排ガスは180°Cで出され、他の回収ボイラーから出る低温の排ガスと混合後、煙突に送ることが出来るようになった。

この回収ボイラーは、日立パブコックで設計製作され、6カ月の連操が可能であり、この面でも運転中断と、これによる公害事故を抑えている。この設備の設置により、72年ベースの悪臭の8.7%を減少させた。

SO_x の行政指導に沿うため、1978年に、鈴川工場は残りの1缶について改造工事を行った。

これは、大昭和製紙グループのエンジニアリングと研究開発を担当する大昭和エンジニアリングと、荏原製作所の共同開発によるスクラパーで“D-Eシステム”と呼ぶこととなった。このシステムは、緑液でも、弱白液でも、白液でも使用可能で、 SO_x と H_2S を吸収する。

このスクラパーで、 H_2S の吸収は、液のpHが高くないと出来ない(約10.0)。もし、pHが9.0まで下ると、スクラパーは SO_2 は吸収出来るが、 H_2S は

Fig. 4 Flow diagram of D. E. Process

吸収出来なくなる。吸収作業中、液は CO_2 を吸収し、pHが下る。そこでいつもpHを9.0以上に保つためには強アルカリの補給が必要である。しかし、もし、新たなアルカリ源としてカセイソーダを補給すれば、クラフトパルプ工程のアルカリが増加して、バランスが取れなくなる。このシステムによれば、工程中のアルカリを吸収に使用し、また回収工程にもどすので、アルカリバランスを損う心配がない。このシステムは非常に効率良く、90%の H_2S を除去出来る。その結果72年ベースの20%を減じ残り8.75%となった。

4. 臭気対策効果と住民との関係

最初に鈴川工場が黒液タンクや他のタンクからの臭気ガスの集合を行い、キルンで燃焼分解した前後の隣接住民の反応は、その効果が大きく、工場の積極姿勢を好感をもって評価した。結果的にはやはり工場の各所から発生しているものが、気流に乗り周辺に影響を与えていたものであった。

しかし、3～6カ月経過すると、隣接住民は、実際に臭気が38%も減少しているにもかかわらず、彼等の感じとしては減少していない、と言われた。ここで人間のきゅう覚は、尺度がはなはだ不完全であり、再現性を持たないことによることを、現実的な問題として知った。

1973年に最初のストリッパーを運転した。臭気ガスとしては、ガス集合ほど効果はなかったはずだが、法的に悪臭物質として指定されている物質以外に、タ

Table 2 TRS Reduction at Suzukawa Mill

Underlines show improvement

	1972 Before Improve.	1972 Odour Gas Accum. & Combustion	1974 Modo Scrubber	1974 Odour Gas Accum. & Combustion	1975 Odour Gas Accum. & Combustion	1976 Recov. Boil. Scrap. & Build	1977 Odour Gas Accum. & Combustion	1978 D. E. Scrubber	1973 No. 1 Stripping	1978 No. 2 Stripping
Batch Digester	m ³ /h 11.84	m ³ /h <u>0.12</u>	m ³ /h 0.12	m ³ /h 0.12	m ³ /h 0.12	m ³ /h 0.12	m ³ /h 0	m ³ /h 0	Turpentine Decanter	
# 1 Continuous Dig	35.28	<u>7.00</u>	7.00	7.00	<u>0</u>	0	0	0	Blowheat Condenser	
# 2 Continuous Dig	26.04	<u>0.05</u>	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	Gas Accum	
Vacuum Evaporator	7.20	<u>7.20</u>	7.20	<u>0.34</u>	<u>0</u>	0	0	0	Seal Tank 1/2 of V. E. Condensate	Balance of V. E. Con- densate
Tomlinson Boiler	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50	<u>0</u>	0	0		
# 1 Recovery B.	10.95	10.95	10.95	10.95	10.95	<u>0</u>	0	0		
# 2 Recovery B.	30.66	30.66	<u>6.13</u>	6.13	6.13	6.13	6.13	6.13		
# 3 Recovery B.	39.31	39.31	39.31	39.31	39.31	39.31	39.31	<u>3.93</u>		
# 4 Recovery B.						<u>0.27</u>	0.27	0.27		
Caustisizer	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80		
Reduction		65.99	24.53	6.86	10.40	15.12	0.12	35.38	16.00 Turpentine 15 l/h	23.30 Turpentine 15 l/h
Residual	173.58	107.59	83.06	76.20	65.80	50.68	50.56	15.18		
% Residual Odourant	100	61.98	49.85	43.90	37.91	29.20	29.13	8.75		

ーペンチンの出す臭気が意外と大きいことを知った。すなわち、ターペンチンデカンターで採取される量のものが、それ以前は排水中に流れ、蒸発して影響を与えていたと思われる。

この時も前のガス集合と同様、隣接住民の評価は高く、稼動直後は、これで臭気問題はなくなったとまで意見として出た。しかし、3～6カ月過ぎた時は、やはり、悪臭の種類は変わったが、臭気を感じ方は以前と同じだという声になった。

煙突からの臭気ガス減少については、隣接地域での反応はまったくない。しかし、工場の臭気ガス減少についての積極的な姿勢は好感を持たれ、従来の不信感はなく、新しい大型ボイラーをスクラップ・アンド・ビルドで建設するについても全く異議が出なかった。

1974年頃から、工場より2km位離れた地域の住民から、工場周辺の臭気との比較で、この頃KPの臭気を感じられるとの意見が強くなった。このため回収ボイラーの臭気対策が必要となったのである。

1978年のD-Eシステムの設置で、回収ボイラーの臭気対策は終了したが、隣接住民の感応的な反応は出なかった。

5. 非常事態の影響

公害対策を進めるに従って、隣接住民は悪臭の無いふん囲気に馴れて、一度ラプチャーディスクが破損するとか、ターペンチンポンプのグランドパッキング漏れるとか、キルンが止るとか、その他附属設備、主生産設備が故障するとかして、濃度の高い臭気ガスが外に漏れると、住民に急に強い臭気を感じさせる。そこで、エマージェンシー対策も工場の重要な責任課題となって来たのである。

6. モニター制度

鈴川工場は、1971年以来、工場の周辺2km以内に約40名のモニターを配置し、彼等より粉じん、騒音、振動、臭気についての情報を得て来た。これは、それ

ぞれの日時、天候、風向き、強さをあわせて報告してもらうような組織で、モニターはきめられた用紙に、これ等の公害を気付いた時に記入し、毎月係員によって集められる。ただSO_xについては自動記録計が数カ所にあるので報告の対象としていない。

このモニター制度の運用は、精神的に大きな負担をかけている。しかし、この集計から得られる統計的な分析によって、鈴川工場の取るべき対策と、その順序について指針を得ることが出来るようになった。

また、住民のクレームの場合、感情が作用しある限界を超えた時、その反応を表わすが、モニターの方は、主観的な判断ではあるが量についても表現し、感応限界全般を対象としてデータが出て来るし、モニターの地理的な配置によって地域分布も出て来るなど、非常に有効な手段と言える。

1972年以来の臭気対策工事の効果は、このモニターの記録によく表われているし、また、エマージェンシーの反応も鋭敏にキャッチされ、特に風下に大きなインパクトを与える点等が解明された。また、粉じんについては、問題がモニターのデータから姿を消して久しい。

臭気問題は、臭気をゼロにしない限り消えることはないと判断しており、決してゼロにならないから無制限に続くものと覚悟している。

臭気発生量ときゅう覚の関係は、発生量を1/10にして、反応は1/2といわれている。鈴川工場の1972年当初の隣接住民に与える発生量、すなわち高煙突や排水部門を除いたKP関係をベースに考えて、未だ5.4%残っていることから考えて、与える影響は今だに少なくないということになる。但し、住民が実際に受ける臭気ガスは、高濃度、多量発生源が無くなり、数字のように減少しているはずである。

参考資料

柿谷一郎：KP 工場回収ボイラー排ガス処理について（DEプロセス）、環境シンポジウム、昭54年2月