2001 年 TAPPI 国際環境会議報告

筑波大学農林工学系 大井 洋
 王子製紙株式会社 豊福 邦隆
 株式会社日本紙パルプ研究所 青柳 哲夫, 荒木 廣
 紙パルプ技術協会 田口 徹

Report of 2001 TAPPI International Environmental, Health & Safety Conference and Exhibit

Hiroshi Ohi

University of Tsukuba

Kunitaka Toyofuku

Oji Paper Co. Ltd.

Tetsuo Aoyagi and Hiroshi Araki

Japan Pulp & Paper Research Institute, Inc.

Toru Taguchi

JAPAN TAPPI

2001 TAPPI International Environmental Health & Safety Conference was held at Charlotte Convention Center in Charlotte, NC on April 22-25. The co-sponsors were PAPTAC, USDA (US Department of Agriculture) Forest Service and NCASI. The main theme was "Developing Partnerships for Sustainable Success".

About 500 people got together to share and discuss their current environmental issues. There were 60 sessions. NCASI had two sessions in which recent information about TMDL and PBT issues were provided. OHSA held 6 sessions first this year and emphasized the importance of occupational health and safety.

分類：X₁ 紙パルプ産業環境一般，Z₆ 外郭団体会議

1. はじめに

本年の TAPPI の国際環境会議は、ノースカロライナ州のシャーロット市（東京と同緯度）のコンベンションセンターで、4月22日から3日間開催された（写真）。今年は、現場の安全衛生に関するセッションが初めて設けられ、かつ、木材加工業に焦点当てたセッションも2日間に亘って行われた。従来からの紙パルプ部門についても基礎講座的なものが多く、本来の技術発表は26セッションに止まった。こうしたことが影響したのか、事前の参加登録者も数年前の半分の500名に止まり、残念ながら盛り上がり欠ける大会であった。内容的にも新たな問題提起といえるような

写真 シャーロットコンベンションセンター北側入口

ものは少なかったが、以下にその内容の一部を記す。

なお、大会前日には排水の活性汚泥処理の入門コースが開催された。テキストも立派なものが用意され参加者も多かった。又、非公開ではあったが NCASI による TRI に関連した説明会も開かれていた。

2. 排水の生物影響

2.1 クラスタールール後の米国の状況

—NCASI の排水評価—

(Session 39) Ecological Risk Assessment Panel Discussion—NCASI's long-term range plan

NCASI (National Council for Air and Stream Improvement) は、米国政府と紙パ業界が出資する研究機関で、国の環境政策との関係を十分保ちつつ、業界サイドに立った積極的な役割を果たしている。これまで長年にわたり、紙パ業界 (AF&PA) とタイアップして、非常に質の高い生物試験データを蓄積してきた。今回の会議でも、NCASI と AF&PA のこうした信頼関係の強さを印象として感じた。クラスタールール後の ECF 転換に際しても、この関係が効果的に機能したと言える。

以下に、クラスタールール後の紙パルプ工場排水に対する NCASI の評価 (生物影響、環境ホルモンおよび肝臓解毒酵素: EROD 活性) を述べる。

2.1.1 クラスタールール後の生物影響

NCASI は、生物影響の削減を目標とした北米紙パルプ産業の環境投資は多大な効果をもたらし、ECF 漂白、効率的 2 次処理、および酸素脱リグニン (OD) / スピルコントロール技術を組合せることにより、排水の生物影響はかなり改善されたと総括している。特に、スピルコントロールの効果が大きいことを強調し

ている。

魚 (ファットヘッドミノウ, Fathead minnow) を用いた生物影響試験 (Egg reproduction) では、BKP 排水の生物影響 (IC 25) は、酸素脱リグニン (OD) / ECF 化によって 23% から 66% へ、また、黒液のスピルコントロールによって 23% から 100% へと明らかな改善が認められた (表 1, 図 1)。

排水の生物影響は、有機塩素化合物 (AOX, クロロフェノール類) の濃度との相関は低いが、ポリフェノール類 (タンニン, 低分子リグニン) や、植物ステロールとは高い相関を示す (但し、 β -シトステロールとの相関は低い)。また UKP 排水の生物影響が大きい (18%~37%) ことから、黒液中の成分も生物影響の原因の一つと考えられる。

ECF 化転換による生物影響の削減効果は、生物種によって異なり、魚 (Fathead minnow) に対しては大きい、ミジンコ (セリオダフニア, Ceriodahnia) には比較的小さい。

図 1 Fathead minnow reproduction (IC 25)

表 1 Fathead minnow による排水試験 (IC 25)

BKP 排水	OD+ECF	66%
	OD+70% ClO ₂	23%
	ECF (用水削減)	18%
	OD+70% ClO ₂	100%
	(黒液 Spill Control)	
UKP 排水		18%~37%
Recycled Pulp 排水		
	Non-deinking	25%
	Deinking	100%
TMP 排水 (2 次処理)		100%
	Wood Extractive	30%

図 2 Production Share of ECF (TCF) Pulp

ECF によるパルプ生産の比率 (2000 年度) は, 米国で 75~80%, カナダでは 90% となっている。転換に際しての技術的な問題はなく, 経済的に問題があった工場は全て閉鎖されたと言われている。ECF 漂白シーケンスとしては, D (Eop) DED が一般的である TCF 漂白工場は, 米国では 1 工場 (?) に過ぎない。

ちなみに, ECF 漂白パルプのシェアは, 世界全体でも 67% と主流になっている (図 2)。

2.1.2 環境ホルモンと肝臓解毒酵素 (EROD) 活性

NCASI は, 魚 (Fathead minnow) に対する BKP 工場排水の環境ホルモン作用 (Estragenic および Androgenic activity) を調べた結果, いずれも No Effect と結論している。

一方で, 紙パルプ由来の環境ホルモン作用の実例として, フロリダ DP 工場放流域の魚 (モスキートフィッシュ, Mosquitofish) のオス化 (EPA), カナダ New Brunswick BKP 工場近くの魚 (メダカ, mummichog) のホルモン異常 (Session 45: NWRI) が報告されているが, 原因は特定できていない。

このような状況は, 北欧も含めてここ 4, 5 年続いており, 紙パルプ排水の Androgenic activity が, 本当に実態のある話を十分見極めておく必要がある。

NCASI もこの結果を無視しているわけにはいかないので, 今年度, 追試を行う予定であるという。

EROD 活性については, NCASI は, 生物影響との関連性を重く見ていないようで, 生物への排水曝露の指標として用いるのが良いとしている ("EROD activity induction as an indicator of effluent exposure rather than effect")。

その理由は, 排水放流域の魚の EROD 活性と AOX, Dioxin/Furan との相関が小さく, 魚の健康影響を示す指標 (histopathology, hematology, sex steroid, reproductive capacity) との相関も認められていないことによる。

2.1.3 NCASI の生物影響関連研究テーマ

クラスタールール後の産業支援技術 (Monitoring, Analytical methods), 生物影響の長期的調査, 有害物質の Bioaccumulation 対応技術 (蓄積状況の調査, 逆浸透膜による除去技術の改良), 生物影響原因成分の究明などを主要なテーマのひとつとしている。

(日本紙パルプ研究所 荒木 廣)

2.2 カナダ紙パルプ工場排水の生物影響

(Session 45-1) Tracking the benefits of mill environmental investments aimed at the protection of aquatic organisms

ここでは, カナダの紙パルプ工場で最近約 10 年間

に実施されたプロセス転換 (主として BKP 工場) や排水の生物処理設備の導入あるいは改善などが, 生物に対する総合排水の影響削減に顕著な効果があったことを紹介する報告がなされた。北米における紙パルプ工場排水の環境問題の現状の一面と, それを当事者がどう認識しているかがよくわかるので, 以下内容を紹介する。

カナダでは 1992 年に改正された漁業法に基づいて Aquatic Environment Effect Monitoring (EEM) が大多数の工場に求められるようになった。EEM には, 工場周辺の環境調査 (生息魚種, 底生生物の把握) 魚, ミジンコ (ダフニア) に対する急性毒性, 魚および無脊椎動物 (ダフニア, ウニ) に対する亜急性毒性, ダイオキシンなどの測定が盛り込まれている。EEM は, それ自体は規制ではないが, 急性毒性が認められた場合には対策が求められる。

これに対応するため, および別の目的, たとえば蒸解収率の向上も含めて, 各工場では現在までの約 10 年の間に, 各種のプロセスや処理の変更, 改善が実施された。この報告ではこれらのプロセスや処理の変更を行ってきたいくつかの工場で, 変更前後にわたって行われた,

- 1) 工場の総合排水に関する実験室試験から得られた結果の推移 (2 工場)
- 2) ケベック州のセント・フランソワ川に排水を放流する 3 工場の流域に沿って行われた 2 回のフィールド調査結果

を中心として, 紙パルプ工場で行ってきたプロセスや処理の変更が, 環境影響削減にもたらした変化の実例が紹介された。

2 つの BKP 工場について, 工場排水に影響が顕著に現れる試験として, 以下の 2 試験, すなわち,

- a) ミジンコ (セリオダフニア) 繁殖阻害試験

〔評価基準: コントロールの仔 (単為生殖なのですべてメス) が 3 回の産仔で生んだ仔の総数を基準として, 産仔数への影響〕

- b) 魚の肝臓における MFO 誘導

〔評価基準: 排水に 96 時間曝露したニジマスの肝臓における薬物代謝酵素活性の誘導〕

また, 1 工場については

- c) 魚 (ファットヘッドミノウ) の長期曝露試験

〔評価基準: 公定法はまだない。受精後 24 時間以内の胚を, 排水曝露下でふ化, 成長, 成熟させ, 産卵数などへの影響を観察〕

を行い, データをプロセスや処理の変更前後で比較している。

プロセスの変更としては、Lo-solids 蒸解TMの導入、未晒パルプの洗浄強化、ECF 化、収率改善を目指した AQ 添加、黒液回収の強化、スチームストリッパーの効率改善、生物処理の効率改善など、多岐にわたる。両工場ともプロセスや処理の変更前には影響が顕著であったものが、変更後にはコントロールと有意差を示さないレベルに低下した。

このうちどれが生物影響削減に効果が大きかったかという特定は、これらの変更が実際には平行して進められたので、難しい。しかし両工場を通じて、排水水質の改善に対して寄与が大きいのは、ECF 化を含めた漂白プロセスの変更ではなく、むしろ漂白以外のプロセス、すなわち蒸解、黒液回収や排水処理の改善であることが、いずれの試験からも明らかになった。たとえば魚の長期暴露試験では、水質が顕著に改善された時期と、漂白以外のプロセス改善が実施された時期とが重なった。変更前には、性比の異常（この試験の場合にはオスが多くなっている。）や排水濃度に依存した産卵数の減少が観察された。変更後にはこのような影響が、やはり検出できないレベルに改善されたことは注目に値する。また、これらの結果から、上に示したような一連のプロセスや処理の変更は、すべてが直接の環境対策として実施されたわけではないにしろ、環境対策としても正しい方向であった。また、各種のプロセスや処理の変更のなかでも、漂白以外のプロセス変更の寄与が大きいと位置づけている。

魚の長期暴露試験で、性比に異常をもたらしたメカニズムはまだ明らかになっていない。また、非常に手間と時間が掛かるので、試験の実施も決して容易ではない。しかし、この試験が排水の環境影響評価手法として優れた方法であることがわかったので、今後も順次測定対象工場を広げてデータを収集する。

セント・フランソワ川流域には上流から、UKP/板紙工場、TMP/新聞用紙工場、BKP/特殊紙工場の3つの工場が排水を放流している。このうち上流側の2工場は、1995年相次いで生物処理を導入した。下流の1工場では、以前から生物処理を行っていた。この流域では、それぞれの工場の上流および下流にまたがる13地点で、1991年に下に述べるような調査が1度行われた。さらに1998年には、1991年以降の排水処理の変更に伴う環境の変化を知るために、全く同じ内容の調査が繰り返された。

調査は、電気ショックで浮かび上がった魚を種ごとに数を集計し、汚染に弱い種、汚染に強い種を考慮して数値化する方法で行われた。従来から生物処理を行っている工場の上流と下流とでは、数値的にも顕著な

差は見られなかったが、生物処理を行っていない工場では、上流に較べて下流で明らかに影響が現れる結果となった。後者の場合も、生物処理を導入、あるいは処理を改善した後では排水の影響が見られなくなり、水質が改善された。

通常、フィールド調査では要因が複雑に絡み合うので、結果の解析は一般的には困難である。しかし、セント・フランソワ川の調査流域には、各工場排水口の上流側に堰があって、魚が移動できない。このような条件の下に、ここでは明らかな結果が得られた。

以上、カナダの紙パルプ工場で最近行われたプロセスや排水処理の変更が環境影響削減に有効であること、なかでも蒸解、黒液回収あるいは排水処理など漂白以外のプロセス変更が有効であること、またその評価手法として、ミジンコの繁殖阻害試験、魚の肝臓におけるMFO誘導、魚の長期暴露試験が実験室的な試験として役に立つことが示された。なかでも魚の長期暴露試験は、排水に関して影響が危惧される事柄をまさに評価基準として選べる点で優れている。またフィールド調査でも、排水処理の導入以前には悪影響があったことを示すデータと対比させることで、実施によって実際の環境影響軽減に有効であることが明示された。

（日本紙パルプ研究所 青柳哲夫）

2.3 ECF 排水と TCF 排水の生物影響

(Session 57-2) Toxicity comparison of ECF and TCF bleaching effluents

フィンランド研究者、フィスカリ博士の発表で、部分的にクローズド化されたTCF、ECF漂白シーケンス廃液の毒性に関する研究である。フィンランドのパルプ工場で製造された酸素脱リグニン後の広葉樹(birch)と針葉樹パルプを用いて実験を行った。クローズド化された漂白プラントにおける廃液循環をシミュレーションするために、漂白廃液を再循環させ、薬品添加量、漂白時間、温度は実操業と同様の条件を用いた。

廃液の毒性は、KCLで開発されたPhotobacterium法を用い分析した。

この結果、D0段後の廃液の毒性は、オゾン漂白段やアルカリ過酸化水素漂白段後の廃液の毒性よりも高かった。一方、TCF漂白廃液の毒性は、全く無いか極めて低い数値を示した。

多くの場合において、ECF漂白廃液はTCF漂白廃液よりも高い毒性を示し、また針葉樹ECF漂白廃液は、広葉樹ECF漂白廃液よりも高い毒性を示した。

(Session 57-1) Treatment efficiency of eucalyptus kraft pulp ECF and TCF bleaching effluents : In-

fluence of molecular mass of dissolved organic matter
ブラジルの大学から、マウンティア女史、コロデッテ教授らの発表で、ユーカリクラフトパルプの ECF および TCF 漂白廃液の処理に関して研究を行った。

実験室で製造したユーカリクラフトパルプの ECF, TCF 漂白廃液を、ベンチスケール活性汚泥処理を行い、この結果を比較した。

未処理、処理済廃液を分子量の異なる三つのフラクションに分け (<500 Da, $500 < 3000$ Da, 3000 Da $<$), 処理前、処理後の各フラクションが廃液全体の毒性にどのように寄与しているかを調べた。

未処理 TCF 漂白廃液は ECF 漂白廃液と比較して 3.75 倍の BOD, 2.4 倍の COD 値を示した。六週間の処理後、BOD 値は、ECF, TCF とともに 97% 以上減少したが、COD 値の減少は TCF (77-85%) の方が ECF (47-68%) よりも大きく、これは TCF 漂白廃液中に特徴的に含まれる高分子有機物が除去されたためと考えられた。Microtox toxicity はどちらの廃液についても減少した。Chronic toxicity は減少はしたが完全には除かれなかった。

TCF 廃液には微生物処理により容易に分解可能な高分子有機物が ECF 廃液よりも多く含まれる。このために、活性汚泥段における負荷は少ない。しかし、ECF 廃液の場合には、より難分解性の高分子有機物が含まれるために、活性汚泥段における微生物活性等の調整を綿密に行う必要がある。

本結果より、TCF, ECF 廃液を処理するための最適な活性汚泥処理条件は異なり、処理条件が廃液処理の結果に影響を与えると考えられる。

(筑波大学 農林工学系 大井 洋)

3. 大気関連報告

大気問題を直接扱ったセッションでは、大気汚染規制、臭気、地球温暖化ガスについての発表があった。

3.1 大気汚染規制値の遵守

(Session 60-1) Process Instrumentation & Systems-The Only Reasonable Route to Title V Compliance

CAAA (修正大気汚染防止法) の第 5 章 (Title V) は、州当局に、大気汚染物質を放出する製造工場の実態 (発生個所と発生量) の報告を求め、規制遵守の状況を確認するプログラムを作成することを規定している。これにより、当該の製造工場は、このプログラムへの参加を申請して、大気汚染防止の進め方などを文書で提出し認可を求めることになる。今回問題にされたのは、このプログラムが求めている規制遵守の解釈

と、遵守を裏付ける測定技術のあり方であった。

規制遵守の意味は、折に触れて行われる測定時に規制値を満たしていれば良いということではなく、所定の連続的な測定において常に規制値を満足していることとされている。このことを実証するためには、従来のように、認可条件に合せて最低限の測定をしておけばよいといった姿勢は通用しない。又、汚染物質の排出量の管理に必要なパラメーターの測定についても、製造現場での製品の品質管理や、木釜やマシンの作業管理並みの精度と頻度が必要なることを理解しなければならないとの指摘がなされた。

3.2 臭 気

3.2.1 TRS ガスの発散状況のモニタリング

(Session 40-2) Use of TRS Inventories and Air Dispersion Modeling as a Tool for Odour Reduction

Strategies: TRS Emissions from a Kraft Mill with an Activated Sludge Treatment Plant

カナダ・ケベック州にある Fraser Papers INC の Thurso 工場は、パッチ木釜 12 基でマーケットパルプ (BKP) を日産で 620 トン生産している。工場は市街地の西側にあり、西ないし南西の風が吹く割合が年間で 17% 程度あり、この場合、居住区への臭気ガスが拡散する。そこで、この拡散状況をアメリカ EPA が開発した拡散モデルで解析し、最も影響の大きい発生源はどこかを調査した。

まず、発生源としては工場内の 26 個所を選び、TRS 放出量を硫化水素換算で求めた。この内、16 個所で 1 mg/s を越えており、排水処理施設内のスラッジ混合タンクからの放出量が 244 mg/s と最大であった。回収ボイラー周辺 (ディゾルビングタンクを含む) も 180 mg/s 前後であった。一方、苛性化工程は緑液クラリとキルンを除けば 1 mg/s 以下であった (1 mg/s 以下の発生源は計算から除外)。

この拡散モデルにより算出されるのは、最悪の事象での TRS 濃度の 1 時間平均値で、工場の東側境界にあるモニタリング地点に於ける推定値は、工場全体 (製造施設と排水処理施設) からの TRS 放出を考慮すると 99 ppb、排水処理施設からの TRS 放出だけを考慮した場合でも 99 ppb であった。この原因は、排水処理施設のなかでもスラッジ混合タンクからの TRS 放出 (高さ 5 m) だけで 70 ppb に達することによる。一方、工場の製造施設全体からの放出だけを想定すると濃度は 23 ppb に止まった。これは、回収ボイラー周辺からの放出は、量としては多くとも 60 m 以上の高さであるため、広範囲に拡散しモニタリング地点への影響は少ないためである。

この結果に基づき、スラッジ混合タンクの直径 11 in のガラスファイバー製パイプからの排出を最低限に抑制することに決定し、その方策の検討を開始した。

3.2.2 ストリッパー排ガスの燃焼に伴う NOx の発生

(Session 60-3) Effect of Stripper Off-Gas Burning on NOx Emissions

木材中には平均して 0.1% の窒素分が含まれている。この窒素は蒸解中に還元されて NH₃ となり、黒液中に 0.05~0.15 wt% (as N) 溶存している。NH₃ 分は木釜及び蒸発缶からのコンデンセート中に含まれ、ストリッパーに送られて、ほぼ 100% ストリッパー排ガス中に移行する。この排ガスは燃焼設備に送られ焼却されるが、この際、NH₃ 分の一部は NOx に酸化される。

今回、NCASI で調査の対象としたコンデンセート中の NH₃ 分は 94~508 mg/L で、その 6.4~34.4% が NOx に酸化された。これより、ストリッパー排ガスの燃焼に伴う NOx の発生量は、コンデンセート 1,000 ガロン当り 0.25~2.76 ポンド (25~275 g/m³) と算出された。使用した燃焼設備は、専用の焼却炉、キルン、動力ボイラー (石炭焚き) であったが、設備による差異は特に見出せなかった。いずれの燃焼設備の排ガス中にも NH₃ 分は認められず、酸化されなかった NH₃ 分は分子状の窒素となったものと推測される。

3.3 温暖化ガス

(Session 30) Status of the Kyoto Protocol after COP 6 in the Hague-Impact of a New Administration

(Session 54-3) Towards a Carbon Neutral Economy. Results from a Life Cycle Integrated Management Analysis on the Forest Product System

この問題については、毎年、セッションが組まれており、今年もセッション 30 にてパネルディスカッション形式で行われ、パネリストには、NCASI, AF&PA, 米国農務省からの 4 名が選ばれた。米国の京都議定書からの脱退が表明された後でもあろうか、NCASI からは、最近の地球全体の温度変化は、直近の氷河時代が終了してからの温度変化の枠内に入っており、20 世紀に入ってからの人間の活動と結びつける証拠は統計上からも乏しいという見解が出されていた。

セッション 54 では、Sergio F. Galeano PhD が Carbon Neutral Economy という言い方で、地球温暖化問題への取組み方について、GP 社で 1998 年に実施した調査結果を基に講演を行った (但し、調査結果の内容は社外秘として公開せず)。*氏は、ジョージア・パ

シフィック社で、自社製品に関する品質の保証やその在り方を担当する部門の主席マネージャーを務めている。

このなかで、「持続的な発展というのは、現在の生活水準を低下させるとか、生活水準の向上を抑制するといったことではなく、消費の拡大で今日の生活レベルがもたらされたことを考えれば、化石燃料と再生可能なバイオマス燃料の間のバランスをカーボン循環の面から均衡させつつ、今後とも消費の継続を可能にすることである」とし、この観点からすれば、製紙産業 (米国の大手は林材産業といった方が適切) は、森林を保持し再生可能資源を扱っているという点で、他産業にはない存在意義がある点を指摘していた。この見解には異論はないが、化石燃料の使用に伴って温暖化ガス濃度が増加している現状は認めつつも、Carbon Neutral Economy (Society) への移行は、短期間に非現実的な政策を基に取組むものではなく、世代を超えて新技術の開発を伴って行われるべきであるとの判断は、昨今の米国政府の考え方を追認したものであるという印象を受けた。 (紙パルプ技術協会 田口 徹)

4. 環境管理

4.1 難分解生体蓄積性毒性物質の報告方式

…TRI (アメリカ) と NPRI (カナダ) の違い

(Session 25-1) Differences in the Reporting of Persistent Bioaccumulative Toxics under the TRI and NPRI Programs

米国とカナダには日本の PRTR に相当するものがそれぞれ 1987 年、1993 年からあり、インベントリーとして毎年まとめられている。米国は TRI (Toxic Release Inventory)、カナダは NPRI (National) である。

その中で、難分解生体蓄積性毒性物質、いわゆる PBT (Persistent Bioaccumulative Toxics) といわれる物質についての報告方式が 2000 年から変更された。紙パ産業で PBT として報告が必要なものは、水銀、多環芳香族化合物、ダイオキシン類、ヘキサクロロベンゼン (BHC) である。両国とも報告しなければならない下限値を切り下げるとともに、報告免除制度を廃止し、これらの物質の管理を強化する方向で変更した。しかし、米国とカナダでは異なる点も多い。特に多環芳香族化合物とダイオキシン類の扱いでは大きな違いがあり、NCASI が各物質毎に違いを詳細に比較して報告した。

4.1.1 水 銀

一覧表にして示せば表 2 のようになる。

表 2 水銀及びその化合物の報告基準

水銀及び水銀化合物	TRI (米国)			NPRI (カナダ)
	水銀	manufacture	10 lb (4.5 kg)	水銀として 5 kg
		process	10 lb (4.5 kg)	
		otherwise use	10 lb (4.5 kg)	
	水銀化合物	manufacture	10 lb (4.5 kg)	
		process	10 lb (4.5 kg)	
		otherwise use	10 lb (4.5 kg)	

米国では水銀と水銀化合物を別け、しかも排出を3つのカテゴリー(“manufacture”, “process”, “otherwise use”)に分類し、6分類のどれか一つでも10 lbを越えた時に、はじめて6分類全てについて報告しなければならない。それに比べればカナダの方はたいへんすっきりしている。

この3つのカテゴリーに分類する方法は他のPBT物質についても適用されている。また、排出や移動がどのカテゴリーに分類されるかも例示されている。EPAの情報によれば石炭を30,000トン/年以上使用すれば“otherwise use”の下限値を越えることになり報告が必要である。カナダでは石炭使用の工場は少なく、米国では多い。

4.1.2 多環芳香族化合物

TRI (米国/PAC) と NPRI (カナダ/PAH) で多環芳香族化合物として指定されているのはそれぞれ21, 17物質で表3のように示されている。

報告の下限値は表の物質の排出・移動の総計が100 lb (TRI: 45 kg), 50 kg (NPRI) と似通っているが、TRI (米国) には3つのカテゴリーに分類して下限値を計算することが必要である。NPRI にはフェナンスレンとピレンが含まれているが TRI には含まれていない。紙パ産業ではこの2つの排出が多く、クラフトのリカバリー設備からの排出は、同じような場合、カナダは米国の8倍にもなってしまう。

EPAの情報によれば重油中の多環芳香族化合物の含有量は570 ppmで、重油を175,000ガロン(660 kl)/年以上使用すれば“otherwise use”の下限値を越えることになり報告が必要である。カナダでは燃料油中に存在する多環芳香族化合物は下限値の計算に含めないことになっている。

4.1.3 ダイオキシン類

TRI (米国), NPRI (カナダ) とともにダイオキシン類として指定されているのは、17の同族体である。これら17同族体の排出・移動の総計であることは同じであるが、TRI (米国) では3つのカテゴリーに分類す

ることが必要であるし、重量そのものであり、下限値が0.1 gとなっており、NPRI (カナダ) の毒性当量とは異なっている。TRIの方がかなり厳しい。3つのカテゴリーに分類することや自然界に存在するOCDD (octachloro ダイオキシン) の影響で複雑な計算を要求される。

データ上からいくつかの例が示されており、化学パルプ工場では燃焼プロセスによる“manufacture”で下限値を越え、木材を燃料として使用すると10万トン(50%水分)/年で下限値を越える。NPRI (カナダ) は報告の必要な施設を指定しており、黒液ボイラー、塩水に浸かった木質材料を使用するボイラー、化石燃料による25 MW以上の発電用ボイラーに限定している。

したがって、NPRIでは全てのクラフト工場が報告が必要であり、少数のBC州のパルプ工場が木質材料を使用するボイラーからのリリースを報告しなければならない。カナダでは、25 MW以上の発電用ボイラーは少ない。

届出の下限値の規定はないが、測定値がカナダ環境当局の定めた特定値(LOQs: 大気32 pgTEQ/m³, 水20 pgTEQ/L, 固体9 pgTEQ/g)を越えなければ、単にLOQs以下として報告してもよいことになっている。

4.1.4 ヘキサクロロベンゼン (BHC)

ヘキサクロロベンゼン (BHC) について TRI (米国) は多環芳香族化合物と同じ扱いであるが下限値が10 lb (4.5 kg) である。石炭や木材の燃焼によるBHC発生量はそれぞれ0.08 mg/トン, 0.06 mg/トンというデータがあり、米国では下限値を越える工場はない。NPRI (カナダ) はダイオキシン類と同じ扱いであるが、塩水に浸かった木質材料を使用するボイラーでも、先の0.06 mg/トンというデータを使えば数g/年にしか過ぎない。(王子製紙 豊福 邦隆)

4.2 TMDL一日間最大総負荷量

(Session 12) Total Maximum Daily Load (TMDL)

表 3 報告を必要とする多環芳香族化合物

	TRI PAC	NPRI PAH
Benzo anthracene	×	×
Benzo phenanthrene (chrysene)	×	×
Benzo pyrene	×	×
Benzo fluoranthene	×	×
Benzo pyrene		×
Benzo perylene	*	×
Benzo fluoranthene	×	×
Benzo fluoranthene	×	×
Benzo pentaphene	×	
Dibenz acridine	×	
Dibenz acridine	×	×
Dibenzo anthracene	×	×
Dibenzo fluoranthene	×	
Dibenzo pyrene	×	
Dibenzo pyrene	×	
Dibenzo pyrene		×
Dibenzo pyrene	×	
7 H-Dibenzo carbozole	×	×
7, 12-Dimethylbenz anthracene	×	
Fluoranthene (benzo fluorene)	×	×
Indeno pyrene	×	×
3-Methylcholanthrene	×	
5-Methylchrysene	×	
1-Nitropyrene	×	
Phenanthrene		×
Perylene		×
Pyrene		×

*報告下限値 10 lb (4.5 kg)

Program

本件は昨年の会議でやや唐突に問題点が指摘されたものであるが、今回はその経緯についての紹介があった。既に 1972 年に施行された CWA に含まれていた事項で、その後米国では調査された水域の 40% が魚釣りや水泳には不適格で、こうした水域から 10 マイ

ル以内に 218 百万人の人が住んでおり、各州が汚染されていると認めた水域が 21,000 個所にも達するという現実に対して、どう改善していくかという観点から改めてこの規制が表面化した。汚染源としては、43% が non-point source, 10% が point source で、残りの 47% は両者の混合という調査結果が出ている。

TMDL は、汚染負荷を当該の水域が吸収同化してかつ所定の水質基準を満足できる範囲内に抑制することを目的にしている、すべての発生源の汚染負荷が対象になる。従って、目標数値は全国共通ではなく個々の対象毎に異なってくる。

1985 年に初めて規制内容が具体的に示され、1992 年の改訂を経て、2000 年 6 月 13 日に各州は以下のような具体的取組を求められることになった (65 Fed. Reg. 43, 585)。

- 1) より包括的に汚染水域のリストを作成する。
- 2) このリストは、4 年毎に再提出する。
- 3) 汚染水域は水質基準が達成されるまでリスト上に残す。
- 4) 市民に意見を述べる機会を提供する。
- 5) 水質基準達成のために、浄化運動を定着させるための一層の努力をする。
- 6) 10 年以内に達成可能な目標を設定する。

但し、具体的に取組むとなると、どの地点で測定するかで流域のカバー率が異なるといったことは勿論のこと、

- 1) 負荷量とその影響度合いの関係についてのデータが不十分。
- 2) non-point source からの負荷量の推定精度が粗く、かつ州ごとにバラツキがある。
- 3) 多くの汚染物質 (栄養剤、金属、有機化合物) の挙動についてそれぞれのモデルが必要

といった点が今後の課題として残されている。モデルにしても、その前提条件の設定の仕方、キャリブレーションをどうするのか、どう検証するのかといったことに不確実性が付きまといっている。今後、こうした課題の解決に向けて、クラスターールの場合と同様の長期間の議論が始まりそうな気配である。

5. おわりに

初日の午前中に「新技術の紹介」と称するセッションがあり、機械メーカーやコンサルタントが中心になって、各種のテーマについての報告があった。Bioxide による脱臭、用水不用型メカニカルシール、用水や排水中の微生物抑制のための残塩素管理、新熱分解炉、低濃度オゾン漂白、排水の曝気槽における栄養分管理、

新しい脱水技術等が取り上げられていた。

2 日目と 3 日目の朝に、Hot Topics Breakfast Club という朝食をとりながらの会合があった。取り上げられたテーマは、排水の毒性、TMDL、Hard Pipe Option (MACT I)、節水と再利用、環境管理システム、残渣物 (廃棄物とはいっていない) の有効利用、PSD、ISO 14000、気候変動などであった。この内、はじめの 4 テーマは直ぐ定員に達したが、おわりの 2 テーマでは登録者が極端に少なく ISO 14000 はゼロのようであった。

冒頭でも記したことを併せて、今回の国際環境会議からは永年続けられてきた本会議の活性化を図るべく、新たな取組姿勢が窺われたが、要旨集が CD-ROM 化されて身軽になったものの、報告内容を一目で閲覧できなくなるという不便さもあった。こうした試みは会議の今後の姿を先取りしているともいえるが、参加者の便を図るという面で、なお検討の余地があるように思えた。(紙パルプ技術協会 田口 徹)

引用文献

- 1) TAPPI : 2001 International Environment Health & Safety Conference and Exhibit CD-ROM
- 2) NCASI : Abstracts & Presentation Materials NCASI 2 nd National Meeting (2001)

略 号 (ABC 順)

CAAA : Clean Air Act Amendments
CWA : Clean Water Act
MACT : Maximum Achievable Control Technology
NCASI : National Council for Air and Stream Improvement
NPRI : National Pollutant Release Inventory
PAC : Polycyclic Aromatic Compounds
PAH : Polycyclic Aromatic Hydrocarbons
PBT : Persistent Bioaccumulative Toxics
PSD : Prevention of Significant Deterioration
TIE : Toxicity Identification Evaluations
TMDL : Total Maximum Daily Load
TRE : Toxicity Reduction Evaluations
TRI : Toxic Release Inventory
TRS : Total Reduced Sulfur

ダイオキシンの測定技術と測定値の評価

株式会社日本紙パルプ研究所 可知 省吾

日本紙パルプ研究所では、4年半にわたって製紙工場の焼却炉排ガス、焼却灰、排水などのダイオキシン類の分析を多数手がけてきた。

ダイオキシン分析は他の環境分析に比べて馴染みのない特殊な面が多く、その実態が掴み難いため、毒性等量の合計値のみに関心が集まることも多いのではないかと思われる。分析を依頼する側でも、ダイオキシン分析がどのような手順で行われるのか、分析報告書に盛り込まれている各種の情報はどのような意味を持つものであるのかを知っておくことは、分析結果を適切に評価するために不可欠であると考え、製紙工場に係るダイオキシン類分析の手順と、分析報告書に盛り込まれている主な情報について解説した。

(本文 45 ページ)

2001 年 TAPPI 国際環境会議報告

筑波大学農林工学系 大井 洋
王子製紙株式会社 豊福 邦隆
株式会社日本紙パルプ研究所 青柳 哲夫、荒木 廣
紙パルプ技術協会 田口 徹

本年の TAPPI の国際環境会議は、ノースカロライナ州のシャーロット市（東京と同緯度）のコンベンションセンターで、4 月 22 日から 3 日間開催され、全 60 セッションで発表・討論が行われた。今年は、現場の労働安全衛生に関するセッションが初めて設けられ、かつ、木材加工業に焦点を当てたセッションも 2 日間に亘って行われた。紙パルプ部門については、基礎講座的なもの（Tutorial）が多く設けられたこともあり、従来形式の技術発表は 26 セッションに止まった。

水質については 11 セッションで、排水の生物毒性に関する米国とカナダの調査研究状況と、ECF 排水と TCF 排水の毒性比較に関する報告の概要を紹介する。

大気については、地球温暖化問題について 2 つのセッションで報告があった。製紙産業を含めた林材産業は、この問題に対しては neutral とする基本認識は示されていたが、温暖化の存在とその対策は切り離した論調となっており、米国大統領の見解の趣旨を体した形になっていた。

生体内に蓄積しやすい難分解性物質（PBT）については、TRI（米国版 PRTR）と NPRI（カナダ版 PRTR）における規制内容と報告方式の違い、及び、TMDL の経緯と今後の課題について、NCASI のセッションで紹介があった。

(本文 54 ページ)