

洗浄・脱脂技術に関するアンケート調査報告

—環境に易しい洗浄技術—

高萩 泰* 浅野 俊之* 酒井 洋一*

1. 目 的

特定フロン及び1,1,1-トリクロロエタンはその優れた洗浄力と無臭無害など取扱いの容易さから、電子部品、精密部品、一般機械部品洗浄など電気、機械金属工業で広く用いられてきたが、オゾン層破壊の問題により1995年末で製造禁止となった。

このような情勢をふまえ、代替品、代替技術への転換促進の一助とする事を目的とし、洗浄・脱脂技術に関するアンケートを実施、及び茨城県中小企業振興公社が実施のヒヤリング調査に協力した。

これらの結果を報告する。

2. 対象企業

一般機械器具・精密機械器具・プラスチック製品・金属製品・電気電子機械器具・輸送用機械器具・鉄鋼の7業種の各製造業(中小企業)を選定した。

解答企業については、業種別での回答率は輸送用機械器具 31.4%(37社)、精密機械器具 24.2%(22社)、電気・電子機械器具 19.5%(80社)、金属製品 12.6%(34社)、一般機械器具 6.1%(37社)である。

回答企業の中で各業種の占める割合は、電気・電子機械器具 31.4%、一般機械器具 14.5%、輸送用機械器具 14.5%、金属製品 13.3%、精密機械器具 8.6%、プラスチック製品 3.1%、鉄鋼 2.7%となっている。

発 送 数	1,700 社
回答企業数	255 社
回 答 率	15%
調査期間	平成5年3月～4月

3 . 調査結果

(1) 使用している有機溶剤の種類

現在、企業で使用されている有機溶剤の中で、規制対象のトリクロロエタンとフロン 113 の割合は 45% とほぼ半数の企業で使用されている。トリクロロエタン(31.3%)とフロン 113 (13.7%)のそれぞれの使用割合は、約 3:1 であり、規制ではトリクロロエタン使用企業が大きく影響されることを示している。

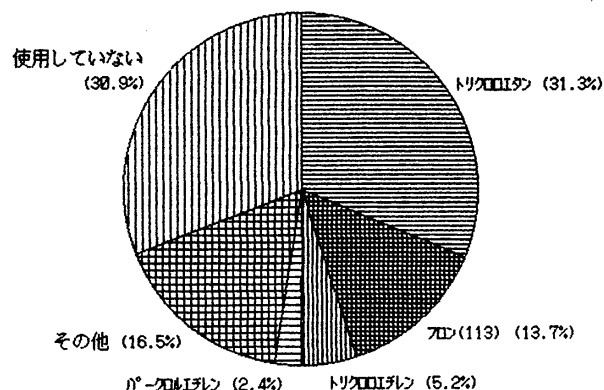


図 1-1 使用している有機溶剤の種類

企業の一カ月当たりの溶剤使用量をみると、トリクロロエタン及びフロン 113 は 1,000kg 以下の企業が大半を占めるが、トリクロロエチレンは排水基準が設けられているためか 100kg 以下の企業が半数以上を占めているようである。

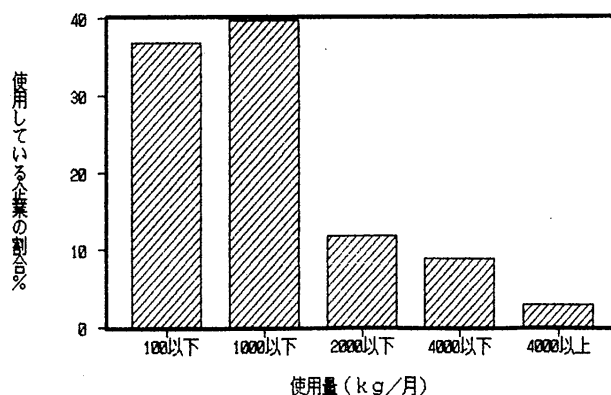


図 1-2-1 トリクロロエタン使用量

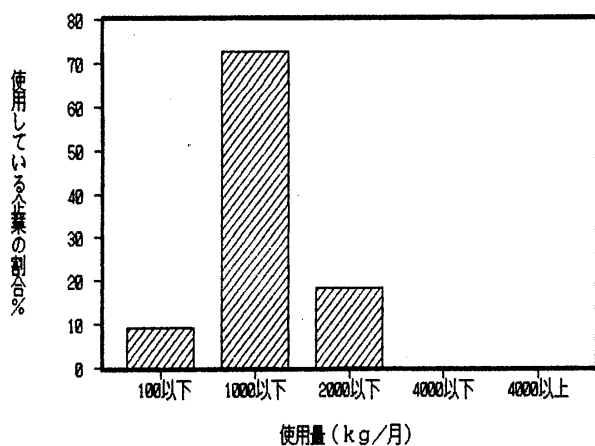


図 1-2-2 フロン 113 使用量

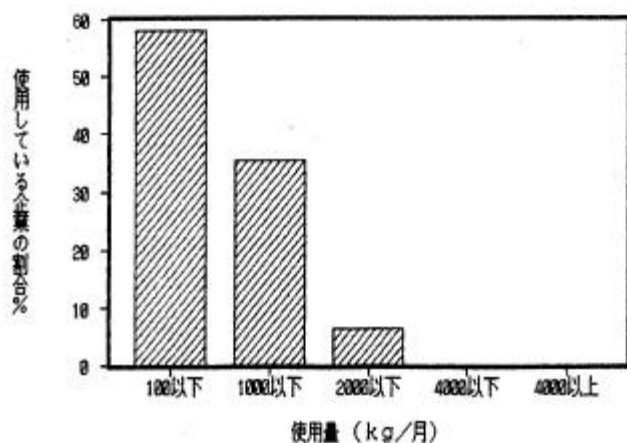


図 1-2-3 トリクロロエチレン使用量

次にこれらの有機溶剤の 1 企業平均値を見ると、フロン 113 のみが他の 3 物質に比べ少ないことがわかる。これはフロン 113 が他の 3 物質に比べてコストが高いと削減対策が進んでいることが原因と考えられる。

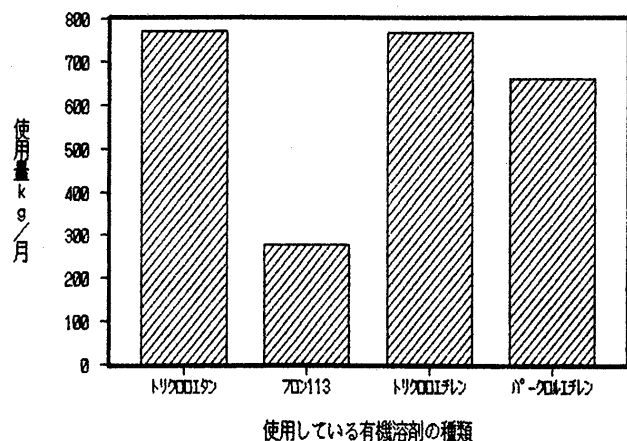


図 1-2-4 一企業平均の有機溶剤使用量

洗浄装置では密閉型が過半数を越えてはいるが、まだ開放型により大気中に放出している企業が 40% 以上もある。

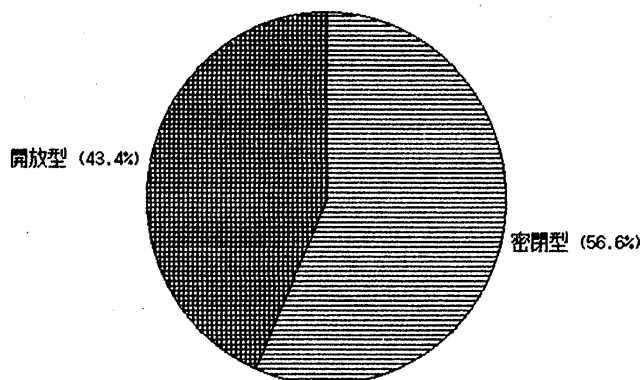


図 2 洗浄装置

(2) 洗浄目的

洗浄の目的は脱脂が最も多く 53.4%, 次いで組立工程の部分洗浄 13.4% であり, その他, フラックス・フォトレジスト除去, ほこり指紋除去, 乾燥シミ防止と多岐にわたっている。脱脂の内訳では, 切削油とプレス油で 67.5% を占めており, 各々の割合は半々である。

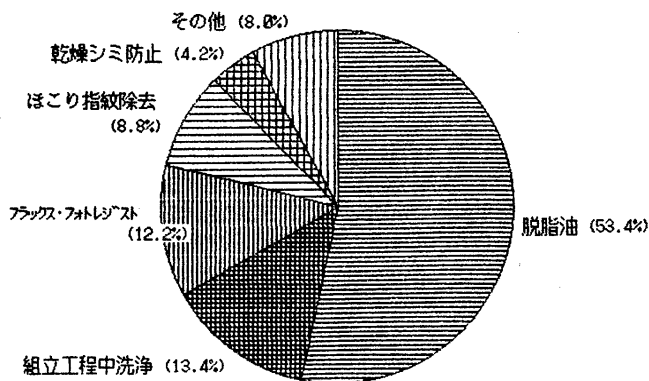


図 3-1 洗浄目的

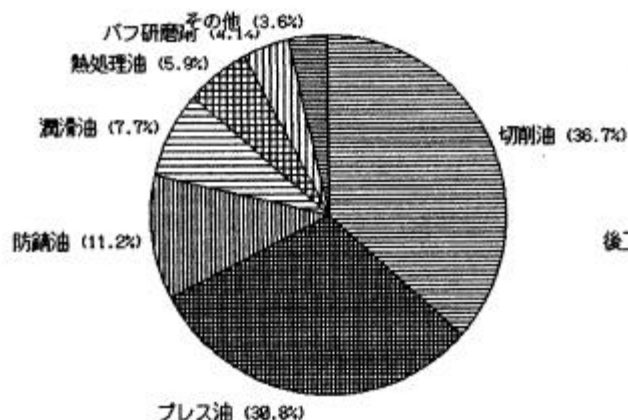


図 3-2 脱脂油内訳

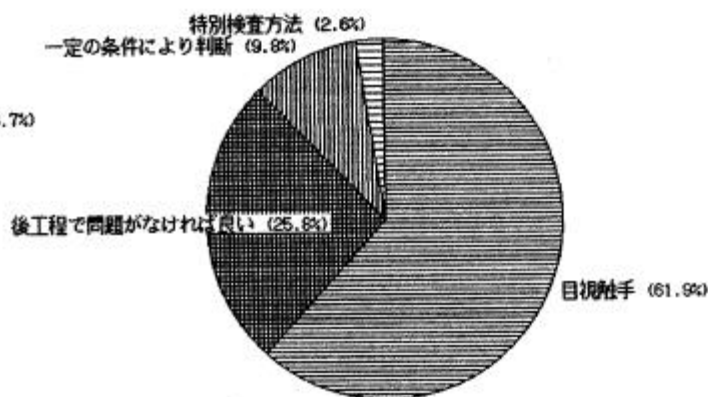


図 5 洗浄品の検査方法

(3) 洗浄品の清浄度

洗浄品の扱い方では、素手で取扱いが47.8%，手袋や工具使用が32.6%，洗浄後終了まで治具使用，クリーンルームで使用19.6%。

これで見ると必要洗浄度は、高い（50%），中（30%），低（20%）となり，約半数の企業は，トリクロロエタンとフロンを使用するほどの清浄度は必要としないと推測できる。

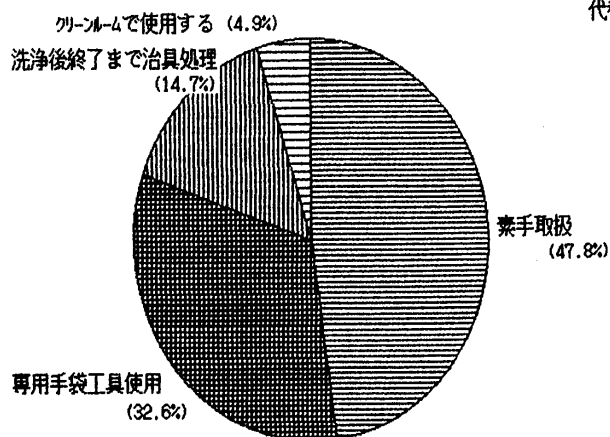


図 4 洗浄品の洗浄度

(4) 洗浄品の検査方法

目視や触手が61.9%，後工程で問題がなければ良い25.8%を合わせると87.7%であり，約9割の企業は，定量的な検査方法を持っていない。

(5) フロン・トリクロロエタンの規制による問題点

適当な代替なしと代替溶剤洗浄時の効果不明を合わせた53.7%の企業で，代替洗浄法及び溶剤の洗浄度の判定基準がないため影響を受けていると考えられる。

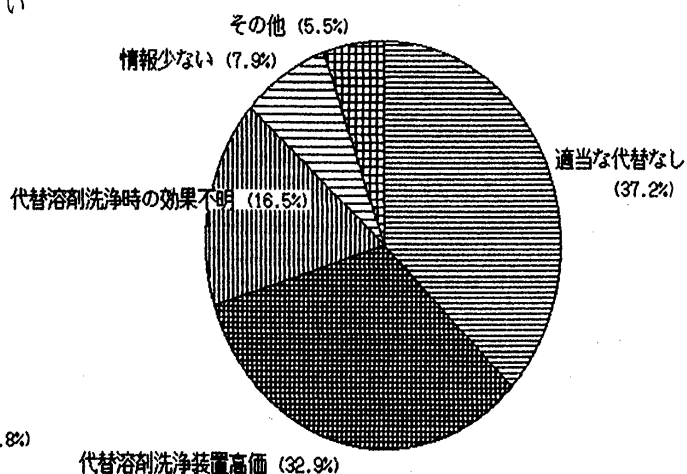


図 6 フロン・トリクロロエタンの規制による問題点

(6) フロン・トリクロロエタンの代替方法

代替方法は水系アルカリ，無洗浄，塩素系溶媒，石油・炭化水素溶剤，アルコール洗浄と各々約20%に分かれ，特定できる方法がないことを示している。塩素系溶媒では，塩化メチレンを考えている企業が70%にのぼる。

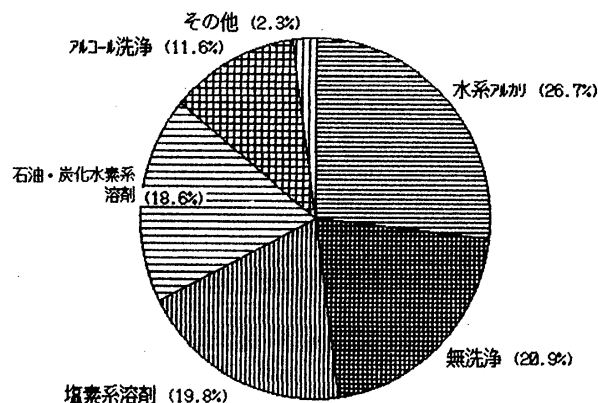


図 7-1 フロン・トリクロロエタンの代替方法

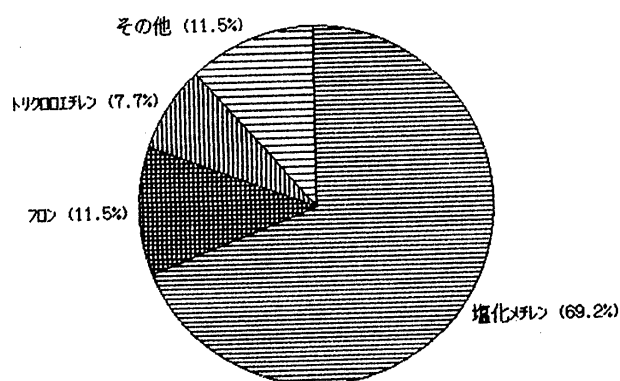


図 7-2 塩素系有機溶剤の種類

(7) 今後の洗浄・脱脂工程に対する取り組み方

情報検討と代替品待ちを合わせると 51%の企業がまだ対応を決めていない、または現在選定されている代替方法に満足していない。

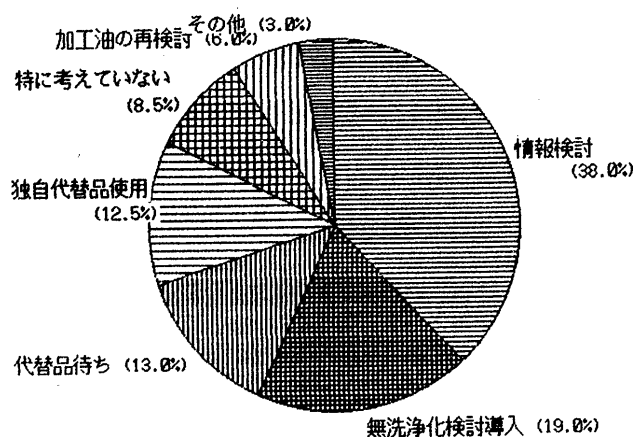


図 8 今後の洗浄・脱脂工程に対する取り組み方

4. 代替洗浄方法に転換するにあたっての問題点

(1) 異なる洗浄目的であるにもかかわらず、共通してトリクロロエタンが使用されている。

(2) 製造者、ユーザー共に洗浄品の必要清浄度、及び洗浄品の評価、検査方法が明確にされていない。

トリクロロエタンとフロンが洗浄剤として万能であったため、洗浄による清浄度、対象を考慮せず全てトリクロロエタンで洗浄していた。そのため、代替洗浄法に切り替える際に必要となる必要清浄度、及び洗浄の評価をなおざりにしていた。

(3) トリクロロエタンとフロンの代替方法を決めていない企業が半数(51%)もある。

(4) 企業の代替洗浄は、水、アルカリ、無洗浄、及び有機溶媒、(アルコール)、炭化水素、塩素系有機溶媒洗浄と多岐にわたりきめの細かな対応が迫られる。

5. ヒヤリング調査結果¹⁾

ヒヤリング調査は、平成 6 年 1 月に県内 19 の事業所を対象に行った。ヒヤリングの主要項目は以下のとおりである。

<ヒヤリング項目>

- ① 削減対策・全廃対策の実施スケジュール
- ② 削減対策・全廃対策の具体的内容
- ③ 代替洗浄方法の問題点
- ④ 希望する対策

(1) 洗浄目的

洗浄目的は次のとおりである。脱脂 14 社、フラックス除去 2 社、ほこり除去 1 社、その他 1 社。

(2) 削減対策・全廃対策の実施スケジュール

削減及び全廃のスケジュールについては「既に全廃対策を実施済」という事業所が 4 社、なんらかの対策を実施中の事業所が 12 社あり、「全廃対策の実施を予定している」という事業所が 1 社である。対策を実施中の企業は、いずれも全廃対策を実施中であり、削減対策と平行的に実施している事業所が 5 社となっている。

一方、「特別、対策は行っていないし、具体的な予定もない」という事業所も 2 社ある。

削減対策	実施中	5 社
全廃対策	予 定	1 社
	実施中	12 社
	実施済	4 社
対策無し		2 社

表 1 削減・全廃対策の実施スケジュール

(3) 対策実施中の企業における対策スケジュール

削減対策及び全廃対策を既に実施中の企業においては、91 年～92 年にかけて取組を開始した企業がほとんどである。また、対策を行っている企業 12 社のなかで削減対策のみを行っている企業は皆無であり、

全ての企業が全廃対策を実施している。

代替溶剤の決定や代替洗浄機の導入に踏み切った多く

の企業は、93年になってからであり、この間約1年～2年の検討期間を要している。また、全廃の予定は94年度中が多く、対策の方向が決定してから全廃に至るまでの期間についても同じく1年以上の時間を要するものと考えられる。

また、納入先の認定作業が必要になる企業においては、認定を受けるまでかなりの期間を考えておく必要があるようである。

ヒアリングの事例からみると、対策の開始から全廃に至るまでは最短の企業でも1年はかかるものと見られる。また、納入先の品質認定作業が必要になる企業においては、認定を受けるまでかなりの期間を考えておく必要があるようである。

(4) 対策内容と問題点

対策を進める上での問題点は、洗浄の自動化による設備コストや、作業工程の変更により、手洗い部分が増えるなどの効率ダウン、あるいは他の洗浄剤や加工油の変更等にあたって情報が不足していることが挙げられる。

削減対策を行っている企業が、いずれも全廃対策を同時に実施していることから、削減対策の部分に大きなコストを振り分ける企業は比較的少ない。したがって、汚濁液の蒸留再生装置や排出ガス回収装置の導入といった大きな設備費用を伴う対策に対しては、概して消極的であるようだ。したがって、一部を無洗浄化することが対策の中心となっているが、無洗浄化された部分が、他の工程や他の企業での洗

削減対策の内容

一部の無洗浄化
(加工油の変更)
(工程の変更)
(部品汚れ防止)
他の洗浄剤への切替え
(アルカリ油洗浄)
(超純水)
(アルコール系溶剤)
溶剤削減
保管方法の改善、管理点検の徹底
洗浄過剰時間の短縮→自動洗浄
フロンの再利用

浄にどの程度の負担となっているか、また、納入先に対する品質認定をどの程度クリアできているのかについては、品質基準そのものが、はっきりしていないために問題となっている。

表2 削減対策の具体的内容

全廃対策を実施中の企業は12社である。その具体的な内容としては、代替洗浄剤への切替え、代替洗浄技術の導入、無洗浄化、他の工程・または他の企業での洗浄などが考えられている。対策として最も多い

のは代替洗浄剤への切替えであるが、代替される洗浄剤としては水系・アルカリ系洗浄剤、石油・炭化水素系有機溶剤、塩素系有機溶剤、超純水などが挙げられる。代替洗浄剤への切替え対策を進める上で第一に問題となっているのは情報である。代替洗浄剤自体についても、メーカー情報が主で他の洗浄剤との正確な比較が困難であること、洗浄剤の変更による全体的な影響が正確に把握できないこと、他社が具体的にどの様な対応をしているのかが分からないことなど様々な情報が不足していることによって、どの洗浄剤に代替するのが良いのかについての決定は困難な状況にある。現在、切替えを実施中の企業においても他にもっといい洗浄剤の情報があればそちらに切替えたいという企業も多い。また、a社では製品の大小や洗浄目的などによって、代替溶剤も様々であり、代替洗浄剤を統一すること自体が困難だという。他の企業においても、複数の溶剤によって対応する企業が殆どである。また、洗浄機の設備コストが高いこと、設備スペースを確保するためのコストが必要なことが共通の問題点として挙げられている。洗浄ラインの変更については、変更によって洗浄時間が長くなり、効率が低下したという企業も多いが、b社のように製品をまとめて洗浄ラインにためていたものを、自社開発の部品・自動水溶性洗浄機を各ライン毎に取り付けて洗浄することによってかえって生産量がアップしたという企業もある。他社との関係で問題となるのは、洗浄変更による品質認定の問題である。評価基準が確立されていないことから、認定に当たって多くの時間を費やしたり、相手先の意向に合わせるため自社のみで代替方法を決定できないという問題が指摘されている。

<水系・アルカリ系洗浄剤>

各洗浄剤についてみると、水系・アルカリ系洗浄剤については、排水設備の限界から洗浄力が落ちるとい問題と、廃液の回収コストがかかるという問題がでている。

大きな投資コストに対応するため、c社では、ノンリンスでいけるかどうかを実験中である。また、d社では、ランニングコストが1/3～1/4、溶剤消費量が1/15～1/20というアルカリ洗浄剤を自社開発、商品化しており、b社でも水溶性切削液と湯洗とを組み合わせた洗浄機を自社開発し、社内販売を行っている。

<石油・炭化水素系有機溶剤>

石油・炭化水素系有機溶剤については、消防法・建築基準法による防火・防爆対策が義務づけられており設備コストがかかるという問題と、立地場所によっては移動が必要となる場合も出てくる。e社では工業地域への移転を検討中である。また熱風乾燥に時間がかかるなどの乾燥技術の問題が指摘されている。f社では洗浄機の設置スペースが従来の3～4倍となったため工場のレイアウト変更と共に、工場自体の増改築が必要になるという。一方、b社では洗浄力自体が80%程度になったことで輸送中のサビの心配がなくなったという別な効果も出てきている。

<塩素系有機溶剤>

一般的に塩素系有機溶剤に替えたというg社では、健康障害への影響、日常的に行う環境測定の実管理コスト、土壌への二次汚染の問題等を含めて今後の規制強化の懸念もあり、長期的には使用できないとしている。

<超純水>

超純水については、無公害であり洗浄度についても必要以上のレベルが得られるが、洗浄装置のみならず、純水製造装置、再生利用装置、排水コスト、さらにはフィルターのランニングコスト等コストの面からの制約が最も大きい。超純水に切り変えたh社は親会社からの設備投資補助が決め手となった。また、i社では洗浄部門を限定地域に集中させる予定でいるが、その場合にも新たに物流の問題が出てくるとしている。全てを備えているj社においても、維持管理システムがコスト高になる点が問題としている。

<無洗浄化>

全廃対策の内容	問題点
代替洗浄剤への切替え	他の洗浄剤との比較の情報不足 品質認定に時間がかかる 洗浄ラインの時間が倍増→人件費高 設備スペースの確保 代替溶剤の統一が困難
水系洗浄剤・アルカリ系洗浄剤 石油・炭化水素系有機溶剤	洗浄力劣る、廃液回収コスト高 消防法・建築基準法による防爆対策 乾燥技術の問題、設備スペース3～4倍 ＊錆の心配がなくなる ＊ノンリンス実験中 排水処理（二次汚染の対策） 規制強化の懸念
超純水	コスト高（10倍）、必要以上の洗浄度 純水製造装置、再利用装置が必要
超純水	フィルターのランニングコスト高 排水コスト、水洗浄で落ちない油がある。
塩素系有機溶剤	暫定使用 環境測定管理コスト高 健康障害懸念、二次汚染の対策
無洗浄化 工程変更 窒素ガス	塗装剥離の懸念、データ不足 設備が高価、電気の接触や耐久性
その他	コスト転嫁が困難 処分設備が有料、処分場を他県に申請 洗浄品質の評価基準がない 洗浄部門を集中した場合の物流問題

全廃対策として無洗浄化を検討しているk社にお

いては、塗料メーカーの検査では問題がないものの、自然界のデータが無いため塗装の剥離の可能性や耐用年数が短くなる等の可能性が考えられるため、現在さらにメーカーに依頼してテスト中であるという。

<その他の問題>

その他の問題として、不況の影響から製品へのコスト転嫁が困難であり、大きな設備投資は困難であるという指摘が多い。また、1社では、使える機器を処分するため、代替の費用が清算できないこと、処分する設備機器も産業廃棄物として有料であるため、県外の処分場に申請しなければならない等の問題を指摘している。

表3 全廃対策の具体的内容と問題点

(5) 希望する対策

「全廃へむけての代替の洗浄体制の確立に当たって、問題点となる取り組みについてどのような対策を希望しますか」という設問に対しては、以下のような希望を聞くことができた。それぞれの希望を項目ごとに大別すれば「情報」、「技術」、「資金」、「業界指導」及び「自社製品」の5つの分野に分けることができよう。

「情報」では以下のような内容がある。情報が業者任せである。行政の環境対策情報提供を望む。正確な比較情報が必要。他社の実施例の情報。技術レベルでの先端情報。リアルタイムの情報提供。中小企業振興公社の全廃へ向けての取り組み指針とアドバイスが必要。小規模ユーザー向けの情報提供や技術相談。海外事例を含め専門機関の情報提供。

「技術」では洗浄品質の評価基準の策定

「資金」では公的融資制度、助成金や税制優遇制度など。

資金の問題については、設備資金とともに、ランニングコストの問題も大きい。また、公的資金の融資制度とともに設備費用が高額になることから税制優遇制度に対しても要望が強い。また、石油・炭化水素系有機溶剤の使用に関しては、消防法・建築基準法による防爆体制の要請から、工業専用用地への移転という立場の問題までも含んでおり、洗浄設備のみならずこうした費用の負担に対する助成措置も望まれている。

「業界指導」では洗浄と脱脂に関するメーカーサイドの統一見解が必要である、親会社からの指導、共同出資による洗浄設備の共同利用や専門委託の体制づくり、業界組合組織が弱く行政情報が届かないなどである。

「自社製品」では自社開発の洗浄用製品の普及・販売や自社の専門委託体制づくりがある。

参考文献

1) オゾン層保護分野における中小企業の実態調査

査(財)茨城県中小企業振興公社