環境安全に関する規則 （第２回）

大気汚染防止法改正（VOC 排出抑制）

Rules and Regulations on Environmental Protection (No.2)
Amendment of Air Pollution Control Law
(Reduction of Volatile Organic Compounds Emissions)

品質・環境本部
環境・安全部
北畠道治
Michiharu
Kitabatake

総説・解説

1. はじめに

環境安全に関する規則の第2回では大気環境の改善のための法律として昨年（2004年）5月に公布された改正大気汚染防止法を取り上げる。この法改正により、日本でも揮発性有機化合物（以下VOCと略す）全体への法規制が始まった。これまで有機溶剤としてVOCを多量に取り扱ってきた塗料業界にとっては非常に大きな変革を必要とするものであり、塗料が今後とも存続するためには規制法への対応のみならず、法制全体の枠組みについても十分理解し実質的な目的、目標をふまえての対応が必要である。法規制部分が実際に施行されるのは来年（2006年）春ごろとされており、政省令を発布するための検討が行なわれているところである。これまでに決まっていること、今後の動向についての整理を行った。これからの対応へ向けての一助となれば幸いである。

2. VOCに関係する国内の法律

VOC（volatile organic compound）は揮発性という物理的性質を有する有機化合物の総称である。有機化合物とは、基本的に炭素原子と水素原子を有する化合物であり、非常に多くの化学物質があてはまる。また、物質の揮発性は使用環境（例えば温度）によって変化する性質であり、このたびの「改正大気汚染防止法」ではVOCを「大気中に排出され、又は飛散した時に気体である有機化合物（政令で定める物質を除く）」と包括的に定義している。したがってこれを正確に捉えることはなかなか難しい。VOC中の特定のものは、個別の物質ごとに見ればそれぞれに多くの法律とかかわりをもっている。例えば、従来の「大気汚染防止法」の枠組みの中では、有害大気汚染物質対策として優先22物質が指定され、全国大気モニタリングで経年監視をされているが、その中の法的規制4物質（ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ジクロロメタン）を含む12物質は自主管理物質として事業者は削減計画を求められている。12物質全てがVOCではないが、ほとんどがVOCとなりうる。

2003年に施行された「改正建築基準法」ではシックハウスやシックスクール問題への対応として、建材から放散するクロルピリホスやホルムアルデヒドに対し使用禁止や使用制限を加える規定が定められた。ホルムアルデヒドもVOCのひとつであるし、さらにトルエンやキシレン、トータルVOCなどに対してもこの法令の延長線上で規制が必要かどうか検討されている。

規制法では無いが、2001年に施行された「特定化学物質の環境への排出量の把握および管理の改善の促進に関する法律」通称化管法又はPRTR法では一定規模以上の事業所で、第1種指定化学物質354種を年間一定量以上取り扱う事業所に、それら化学物質の取扱量の把握と、大気や水域や土壌への排出量及び廃棄物としての移動量の届け出が義務づけられている。VOCの定義のしかたにより変わるが、これら対象物質の内およそ半分程度はVOCとなる可能性を持つ化学物質である。

「労働安全衛生法」では、特定の化学物質について、製造等の禁止、含有量等を表示する義務等の規制が定められているほか、有機溶剤等について局所排気装置等の設置、作業環境の測定の責務が課せられている。

「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」通称グリーン購入法では、路面表示用の水性塗料であって、VOCの含有率が塗料総量中の5%以下であるものが対象商品としてとりあげられている

その他、「悪臭防止法」の対象となる特定悪臭物質もほとんどがVOCである。

これまでの法律では、管理のし易さから個別の物質又は物質群の危険有害性やリスク等にもとづいて規制される、あるいは管理を要求されるものが多かった。

3. 改正大気汚染防止法

3.1 法制化の背景・経緯

大気汚染防止法は大気環境を守るため、特定工場から発生する粉塵やばい煙等の排出を抑制する法律として施行されてきた。近年、世界の各国ではVOC全体に対する規制がなされてきたが、日本では自動車への排ガス規制と、前述の特定の化学物質に対するものだけであった。これらの取り組みはそれなりに効果をあげているものの、2010年を目標として設定された大気環境基準の達成が危ぶまれており、その

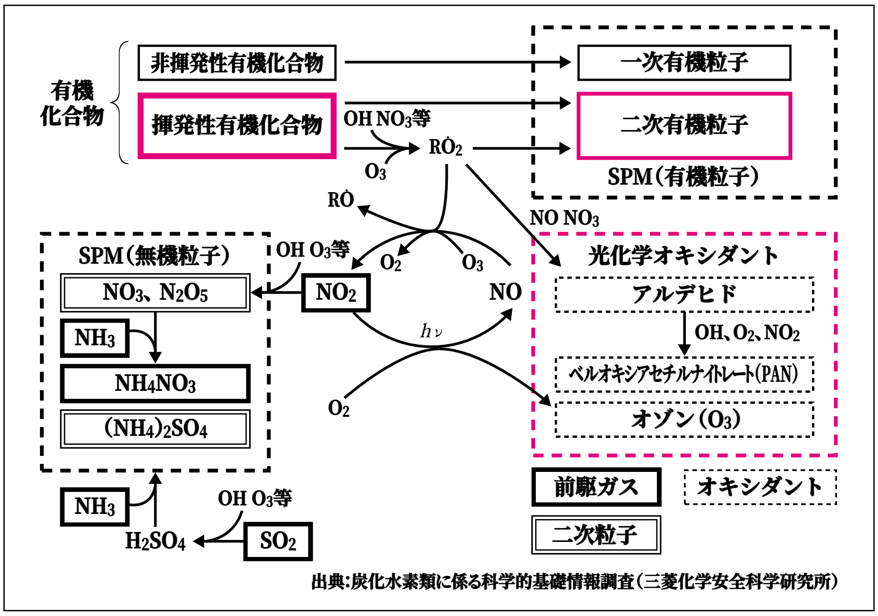

図1　大気中のVOCの反応を中心とした二次粒子の生成プロセス

一因としてVOCから生成される光化学オキシダントや二次有機粒子（SPM）[1]が考えられることから日本においても工場・事業所からのVOC排出抑制のための規制の必要性がでてきた。大気中のVOCの反応を中心とした二次粒子の生成プロセスを**図1**に示す。

法案は、揮発性有機化合物（VOC）排出抑制検討会でのまとめ、中央環境審議会における意見具申を経て、環境省より「大気汚染防止法の一部を改正する法律案」として提案された。2004年3月29日に閣議決定され[2]、第159回通常国会（5月19日）において原案のまま成立し、大気汚染防止法の一部を改正する法律（平成16年法律第56号）として5月26日公布された。法案の概要を**図2**に示す。

○法規制と事業者の自主的な取組との適切な組合せ（ベスト・ミックス）による効果的なVOCの排出抑制という考え方を、初めて法律に位置づける。
○法規制は、VOCの排出量が多い施設を対象とする。この場合、事業者の自主的な取組が促進されるよう十分配慮する。法規制の対象となる具体的な施設としては、中央環境審議会の意見具申（平成16年2月3日）において、以下の6つの施設類型を念頭に置いて検討することとされている。
[1] 塗装施設及び塗装後の乾燥・焼付施設
[2] 化学製品製造における乾燥施設
[3] 工業用洗浄施設及び洗浄後の乾燥施設
[4] 印刷施設及び印刷後の乾燥・焼付施設
[5] VOC（ガソリン等）の貯蔵施設
[6] 接着剤使用施設及び使用後の乾燥・焼付施設
○法規制の対象施設（VOC排出施設）に対して、排出口における排出濃度基準の遵守を義務付ける。
○VOC排出施設の設置について、都道府県への届出を義務付ける。

図2　法案の概要

3.2 法律の改正内容

3.2.1 法律の概要

環境省では、2000年度を基準として2010年までにVOCの排出量を30%削減することを目安として法制化している。この法律では、取り組みかたとして、「自主取り組み」と「法規制」のドッキング「ベストミックス」という新しい試みが導入されている。これは、費用をあまり掛けずに実効を得るために、事業者や業界団体などの自主取り組みにも期待し、法規制を必要最小限にとどめるものである。将来、期待した効果が少ないと判断された場合には、自主取り組みのレビュー（開示）と法規制の強化を実施しても良いことが決められている。法令では2年以内に施行のこととされているので、2006年5月までには施行するべく現在政省令の設定の検討がなされている。

3.2.2 規制の内容[3]

規制制度の枠組みを**図3**に示す。この法律では固定発生源の

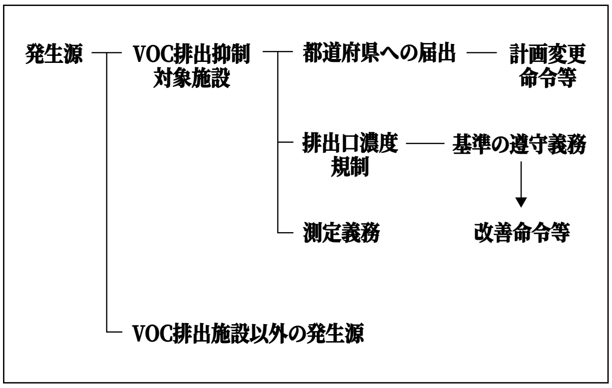

図3　規制制度の枠組

うち、工場などのVOCを排出している排出口のうち、特に影響が高いと思われる特定の排出口（政令や省令で決められる）にたいして、㋑施設の届け出、㋺排出口でのVOC濃度測定、㋩今後設定される基準の遵守を義務付けている。（罰則規定あり）法規制の要点を**表1**に示す。

3.2.3 自主取り組み

事業者の実態を踏まえた事業者の創意工夫と自発性が最大限発揮される自主的取り組みにより効果的な排出抑制を図ることが重視されるべきとして、事業所、企業、業界団体等の最もふさわしい主体ごとに、適切な方法を検討し、確立することが期待されている。実効が伴わなかった場合に備え"情報公開と検証の内在化"が必要になる。業界団体である㈳日本塗料工業会（日塗工）は、自主取り組みとして平成18年度までに平成13年度の排出量の30%削減することを目標に掲げ、平成15年度実績より排出量の推計を開始した[4]。**図4**に日塗工の推計方法及び目標を示す。関西ペイントにおいても工業会のガイドラインに沿った推計を行なうとともに、より精度が高い把握のための検討を行っている。その他この法律では"国民の努力"として「何人も、その日常生活に伴

表1　法規制の要点

No.	項　目	内　容
1	施策等の実施の指針	VOCの排出及び飛散の抑制に関する施策その他の措置は、この章に規定するVOCの排出の規制と事業者が自主的に行うVOCの排出及び飛散の抑制のための取組とを適切に組み合わせて、効果的なVOCの排出及び飛散の抑制を図ることを旨として、実施されなければならない。
2	VOCの定義	VOCとは、大気中に排出され、又は飛散した時に気体である有機化合物（浮遊粒子状物質及びオキシダントの生成の原因とならない物質として政令で定める物質を除く。）をいう。
3	VOC排出施設	工場又は事業場に設置される施設でVOCを排出するもののうち、その施設から排出されるVOCが大気の汚染の原因となるものであって、VOCの排出量が多いためにその規制を行うことが特に必要なものとして政令で定めるものをいう。
4	排出口	VOC排出施設に係るVOCを大気中に排出するために設けられた煙突その他の施設の開口部をいう。
5	排出基準	VOC排出施設の排出口から大気中に排出される排出物に含まれるVOCの量（以下「VOC濃度」という。）について、施設の種類及び規模ごとの許容限度として、環境省令で定める。
6	施設の設置の届出	VOC排出施設を設置しようとするときは、環境省令で定めるところにより、次の事項を都道府県知事に届け出なければならない。 1. 氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名 2. 工場又は事業場の名称及び所在地 3. VOC排出施設の種類 4. VOC排出施設の構造 5. VOC排出施設の使用の方法 6. VOCの処理の方法
7	経過措置	VOC排出施設となった際、現にその施設を設置している者（設置の工事をしている者を含む。）であってVOCを大気中に排出するものは、当該施設がVOC排出施設となった日から三十日以内に、環境省令で定めるところにより、前条第一項各号に掲げる事項を都道府県知事に届け出なければならない。
8	変更の届出	施設等の変更は、環境省令で定めるところにより、その旨を都道府県知事に届け出なければならない。
9	計画変更命令等	都道府県知事は、VOC排出施設に係るVOC濃度がそのVOC排出施設に係る排出基準に適合しないと認めるときは、その届出を受理した日から六十日以内に限り、その届出に係るVOC排出施設の構造若しくは使用の方法若しくはVOCの処理の方法に関する計画の変更、又はVOC排出施設の設置に関する計画の廃止を命ずることができる。
10	実施の制限	その届出が受理された日から六十日を経過した後でなければ、それぞれ、その届出に係るVOC排出施設を設置し、又はその届出に係るVOC排出施設の構造若しくは使用の方法若しくはVOCの処理の方法の変更をしてはならない。
11	排出基準の遵守義務	VOC排出施設からVOCを大気中に排出する者は、そのVOC排出施設に係る排出基準を遵守しなければならない。
12	改善命令等	都道府県知事は、VOC濃度が排出基準に適合しないと認めるときは、当該VOC排出者に対し、期限を定めて当該VOC排出施設の構造若しくは使用の方法若しくは当該VOC排出施設に係る揮発性有機化合物の処理の方法の改善を命じ、又は当該VOC排出施設の使用の一時停止を命ずることができる。
13	VOC濃度の測定	VOC排出者は、環境省令で定めるところにより、当該VOC排出施設に係るVOC濃度を測定し、その結果を記録しておかなければならない。
14	事業者の責務	事業者は、その事業活動に伴うVOCの大気中への排出又は飛散の状況を把握するとともに、当該排出又は飛散を抑制するために必要な措置を講ずるようにしなければならない。
15	国民の努力	何人も、その日常生活に伴うVOCの大気中への排出又は飛散を抑制するように努めるとともに、製品の購入に当たってVOCの使用量の少ない製品を選択すること等によりVOCの排出又は飛散の抑制を促進するよう努めなければならない。
16	条例との関係	地方公共団体が、VOC排出施設について、そのVOC排出施設に係るVOC以外の物質の大気中への排出に関し、VOC排出施設以外のVOCを排出する施設について、その施設に係るVOCの大気中への排出に関し、条例で必要な規制を定めることを妨げるものではない。
17	罰則	・命令に違反した者は、一年以下の懲役又は百万円以下の罰金に処する。 ・届出をせず、又は虚偽の届出をした者は、3ヶ月以下の懲役又は30万円以下の罰金に処する。 ・経過措置にかかわる届出をせず、または虚偽の届出をしたもの、及び、実施の制限に違反したものは20万円以下の罰金に処する。

附則

1	施行期日	公布の日から起算して二年を超えない範囲内において政令で定める日から施行する。
2	検討（見なおし）	政府は、この法律の施行後五年を経過した場合において、この法律の施行の状況を勘案し、必要があると認めるときは、この法律の規定について検討を加え、その結果に基づいて必要な措置を講ずるものとする。

大気汚染防止法の一部を改正する法律（平成16年法律第56号）

総説・解説

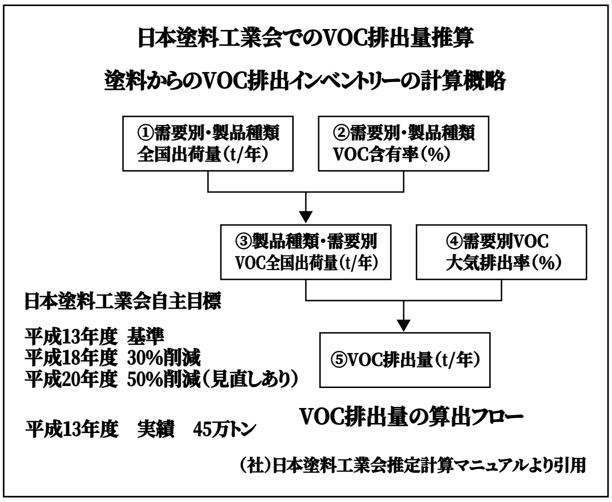

図4　日本塗料工業会の推計方法及び目標

う揮発性有機化合物の大気中への排出又は飛散を抑制するように努めるとともに、製品の購入に当って揮発性有機化合物の使用量の少ない製品を選択すること等により揮発性有機化合物の排出又は飛散の抑制を促進するよう努めなければならない」（法第17条の14）と書かれている。VOCに関する製品情報の公開や表示、エコマーク取得など、国民にわかりやすい情報公開も対策のひとつとして期待されている。

3.3 政省令の検討動向

法により、枠組みと進め方は決定したものの肝心な規制の詳細内容については政省令で決められる。現在その検討がなされているところである。主な内容は、VOCの除外物質、VOC排出施設、排出濃度基準、測定方法などである。**表2**に専門委員会での政省令検討事項を示す。

3.3.1 体制及びスケジュール

政省令の検討体制及びスケジュールを**図5**に示す。12月14日のVOC排出抑制専門委員会で修正スケジュールが出された。2005年3月にはパブリックコメントを発表する予定となっている。法の施行日は公布後２年以内と法律で明示されているので、準備期間も考えると答申の時期をそれほど遅らせることはできない。それゆえ短期間で密度の高い議論がなされてきた。本年2月21日の第5回測定方法専門委員会、及び2月22日の第3回排出抑制専門委員会でそれぞれ報告書案がまとめられた。パブリックコメント実施後の最終委員会で報告書を完成させ答申の運びとなる。

3.3.2 検討経過

全体の検討は中央環境審議会大気環境部会長の諮問機関であるVOC排出抑制、及びVOC測定方法の２つの専門委員会で、また、類型ごとの検討は、環境管理局長の諮問機関であるVOC排出抑制対策検討会の６つの小委員会でそれぞれ行われている。以下に、塗料に関係が深い各委員会での具体的な検討内容の一部を紹介する。

測定専門委員会では測定方法を検討している。法律の定義ではVOCを包括的に捉えるためにすべてのVOCをまとめて測定できる方法が求められる。測定方法として水素炎イオン化検出器（FID）による測定方法が有力であったが、第２回の委員会で非分散型赤外線検出器（NDIR）は物質に対する感度特性が均一である特長を持つデータが提出された。現状ではまだ市販品がない状況であるが、公定法としての検討対象として取り上げられた。第3回の委員会では、資料採取時間の検討データが公開された。**図6**にその一部を示すと、例えば吹きつけ塗装では長い周期で変動が不規則であり、何らかの平均化手法が必要であることが示唆された。第4回の委員会では除外物質について議論され、メタンに追加してメタンよりもSPMやオキシダントの生成に対し影響が少ないと考えられる物質として7種のハイドロ（クロロ）フロロカーボンが対象としてあげられた。第5回委員会では報告書案が審議された。報告書案に記載されている主な内容を以下に紹介する。

表2　専門委員会での政省令検討事項

条項	種類	内容	検討事項	専門委員会の検討事項	
				排出抑制	測定方法
2④	政令	VOCの除外物質	浮遊粒子状物質及びオキシダントの生成の原因とならない物質	－	○
2⑤	政令	揮発性有機化合物排出施設	①塗装施設及び塗装後の乾燥・焼付施設 ②化学製品製造における乾燥施設 ③工業用洗浄施設及び洗浄後の乾燥施設 ④印刷施設及び印刷後の乾燥・焼付施設 ⑤VOC貯蔵施設 ⑥接着剤使用施設及び使用後の乾燥・焼付施設 のうちVOCの排出量が多い施設	○	－
17の3	省令	排出濃度基準	施設の種類及び規模ごとに定める	○	－
17の11①	省令	測定	測定方法、頻度等	○ 頻度等	○ 測定方法
17の12③	政令	経過措置	排出基準の適用猶予を1年間とする施設（既設）	○	－

検討体制

大気環境部会
- VOC測定方法専門委員会
- VOC排出抑制専門委員会 ← VOC排出抑制対策検討会

（大気環境部会長の諮問機関）

VOC排出抑制対策検討会
1. 塗装小委員会
2. 化学製品製造小委員会
3. 洗浄小委員会
4. 印刷小委員会
5. 貯蔵小委員会
6. 接着小委員会

（環境管理局長の諮問機関）

主な検討内容

VOC排出抑制専門委員会
政省令検討事項のうち排出抑制にかかる部分の全体的検討を行う
①裾きり指標　②対象施設の裾きりレベル　③排出濃度基準
④測定方法、頻度　⑤経過措置が必要な施設類型

VOC排出抑制対策検討会
中央環境審議会での調査審議に必要な情報を収集、整理して技術的検討を行う
メンバー：環境工学等に関する学識者、地方自治体担当者、関係産業界の事業の実態を熟知する者

VOC測定方法専門委員会
排出口規制における、測定方法（サンプリング方法、分析手法）・除外物質の検討

検討スケジュール

第1回の委員会で提示されたものをもとに作成。　一部実態に合わせ修正した。

	2004年				2005年			
	7月	9月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
大気環境部会	諮問						パブリックコメント	答申
VOC排出抑制専門委員会	第1回			第2回		第3回	第4回	
VOC測定方法専門委員会	第1回	第2回 測定法検討	第3回 測定法検討		第4回 除外物質検討	第5回 取りまとめ	第6回 最終まとめ	

	7〜8月	9月	10〜11月	1月	2月
各小委員会　検討内容	第1回	第2回 プレゼンテーション	第3回 施設・基準	第4回 施設・基準	第5、6回 取りまとめ

図5　政省令検討体制及びスケジュール

試料採取時間について

1. 目的

VOCが排出される工程では、バッチ式の操業が行われるなど、常に平均的な濃度でVOCが排出されるとは限らない状況があるため、サンプリングの平均化時間について検討を行う。

2. 検討方法

サンプリングの平均化時間について検討するために、実測調査によって得られた代表的なVOC排出パターンを抽出し、そのVOC排出パターンにおける移動平均値を算出することにより、サンプリングの平均化を行った場合の濃度変動を調べた。

○排出パターン

（5）長い周期で変動が不規則である場合（吹付け塗装）の例を示す。

○移動平均の時間間隔

10分、20分、60分 ※実測値は3分間毎の測定値である。

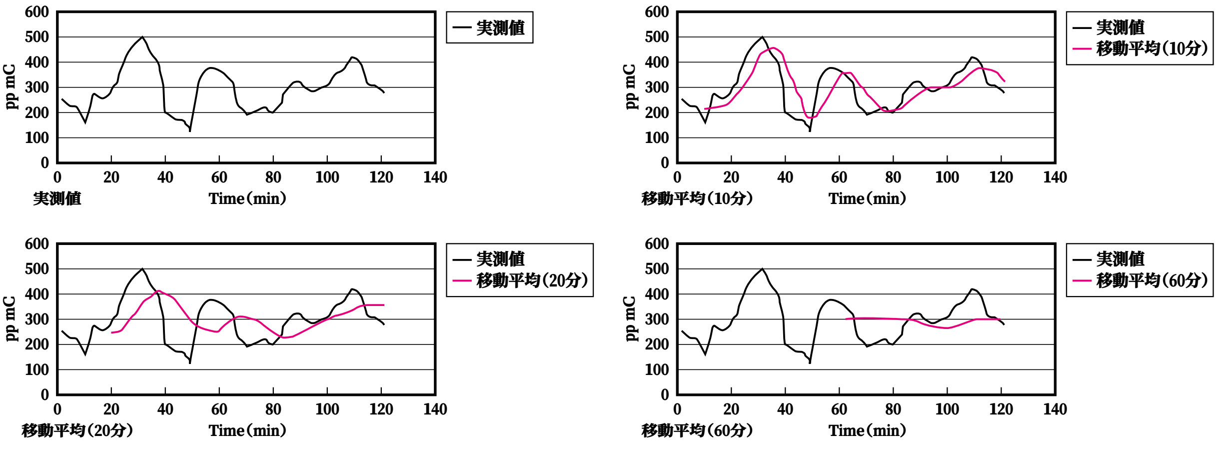

図6　採取時間検討例

総説・解説

表3　施設の類型分けと裾きり指標について（VOC排出抑制専門委員会資料）

<table>
<tr><th></th><th>塗装小委員会</th><th>化学製品製造小委員会</th><th>洗浄小委員会</th><th>印刷小委員会</th><th>貯蔵小委員会</th><th>接着小委員会</th></tr>
<tr><td rowspan="3">施設の類型分け</td><td>塗装施設
吹付塗装
接触塗装
浸せき塗装</td><td></td><td>洗浄施設
（洗浄及び乾燥の一体型施設を含む）</td><td>印刷施設
オフセット印刷
グラビア印刷</td><td rowspan="3">VOC貯蔵施設</td><td>接着剤塗布施設
吹付塗布
接触塗布
浸せき・含浸塗布</td></tr>
<tr><td>乾燥・焼付施設</td><td rowspan="2">乾燥施設</td><td rowspan="2">乾燥施設</td><td>乾燥・焼付施設
オフセット印刷
グラビア印刷</td><td>乾燥・焼付施設</td></tr>
<tr><td>一体型施設（塗装及び乾燥・焼付施設）</td><td>一体型施設（印刷及び乾燥・焼付施設）</td><td>一体型施設（塗布及び乾燥施設）</td></tr>
<tr><td>裾切り指標</td><td>送・排風機の能力</td><td>送・排風機の能力</td><td>液面面積（洗浄施設）
送・排風機の能力（乾燥施設）</td><td>送・排風機の能力</td><td>貯蔵施設の容量</td><td>送・排風機の能力</td></tr>
</table>

※類型分け、裾切り指標については、実測調査の結果を踏まえて見直しを行う場合がある。

表4　規制対象施設別基準値（事務局原案⇒最終小委員会での修正値を記載した）

<table>
<tr><th rowspan="2">施設類型</th><th colspan="2">規制対象施設</th><th rowspan="2">基準値</th></tr>
<tr><th>施設</th><th>規模</th></tr>
<tr><td>化学製品製造</td><td>化学製品製造の用に供する乾燥施設</td><td>乾燥のための送風機の送風能力が一時間当たり3,000立方メートル以上のもの</td><td>600　ppmC</td></tr>
<tr><td rowspan="3">塗　装</td><td>塗装施設（吹付塗装に限る）</td><td>VOCを屋外に排出するための排風機の排風能力が一時間当たり100,000立方メートル以上のもの</td><td>自動車製造の用に供する塗装施設
新設　400　ppmC
既設　700　ppmC
その他の塗装施設
700　ppmC</td></tr>
<tr><td>吹付塗装の用に供する乾燥又は焼付施設</td><td>乾燥・焼付のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が一時間当たり40,000立方メートル以上のもの</td><td>400　ppmC</td></tr>
<tr><td>塗装の用に供する乾燥又は焼付施設（吹付塗装及び、電着塗装を除く）</td><td>乾燥・焼付のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が一時間当たり10,000立方メートル以上のもの</td><td>600　ppmC</td></tr>
<tr><td rowspan="2">接　着</td><td>接着の用に供する乾燥又は焼付け施設（木材製品の製造の用に供する施設及び下欄に掲げる施設を除く）</td><td>乾燥・焼付のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が一時間当たり15,000立方メートル以上のもの</td><td>1,400　ppmC</td></tr>
<tr><td>印刷回路用銅張積層版、合成樹脂ラミネート容器包装、粘着テープ・粘着シート又は剥離紙・剥離フィルムの製造における接着の用に供する乾燥又は焼付施設</td><td>乾燥・焼付のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が一時間当たり5,000立方メートル以上のもの</td><td>1,400　ppmC</td></tr>
<tr><td>貯　蔵</td><td>ガソリン、原油、ナフサその他の温度37.8度において蒸気圧が20キロパスカルを超える揮発性有機化合物の貯蔵タンク（密閉式及び浮屋根式（内部浮屋根式を含む）のものを除く）</td><td>容量が1,000キロリットル以上のもの
※ただし、既存の貯蔵タンクは容量が2,000キロリットル以上のものについて排出基準を適用する</td><td>60,000　ppmC</td></tr>
<tr><td rowspan="2">印　刷</td><td>グラビア印刷（枚葉式の印刷機を用いるものを除く）の用に供する乾燥施設</td><td>乾燥のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が一時間当たり27,000立方メートル以上のもの</td><td>700　ppmC</td></tr>
<tr><td>オフセット印刷（枚葉式の印刷機を用いるものを除く）の用に供する乾燥施設</td><td>乾燥のための送風機の送風能力（送風機がない場合は、排風機の排風能力）が一時間当たり7,000立方メートル以上のもの</td><td>400　ppmC</td></tr>
<tr><td>洗　浄</td><td>工業製品の洗浄施設（洗浄の用に供する乾燥施設を含む）</td><td>洗浄剤が空気に接する面の面積が5平方メートル以上のもの</td><td>400　ppmC</td></tr>
</table>

表中 （灰色）：小委員会で削除の方向性がだされたもの。
（桃色）：報告書で修正されたもの。

＜分析計について＞

(a)NDIR

NDIRは、JIS K 0151（赤外線ガス分析計）に規定する赤外線分析計に、試料前処理部として酸化触媒を充填した燃焼炉等を備え付けた分析計である。全てのVOCに対して適正な相対感度を持っており、VOC分析計として高く評価できるが、現在のところ、市販機がないことから、要求性能を新たに設定する必要がある。また、試料ガス中の二酸化炭素濃度が高くなると測定精度が低下することから、燃焼過程を経たガスを含まない排出ガスの測定に限定する必要がある。

(b)FID

FIDによる測定方法については、JIS D 1030（自動車排出ガス中の一酸化炭素、二酸化炭素、全炭化水素及び窒素酸化物の測定方法）において、FIDを用いた全炭化水素の測定方法を規定しているので、それを活用することができる。ただし、含酸素化合物など一部の物質に感度が低いものがあるため、要求する感度を適切に設定する必要がある。

＜排出ガスの採取方法について＞

試料採取は、VOCの減衰率が低いふっ素樹脂フィルム製又はポリエステル樹脂フィルム製の捕集バックを用い、サンプリング時間として比較的平均化した濃度把握ができていた２０分とすること、試料採取後、分析までの時間については、原則8時間以内とし、８時間以内の分析が困難な場合であっても、２４時間以内とすることが適当である。

一方のVOC排出抑制専門委員会では、６類型全体にかかわる横断的な内容について議論している。第2回専門委員会では、各小委員会で議論された「施設の類型分けと裾切り指標について」の整理が行われ表３のようにまとめられた。裾きり値、排出基準値、測定頻度の統一指標として、①対象施設の裾きり数値の考え方として、1施設あたりの潜在的年間VOC排出量５０トン程度を目安にこれに相当する裾きり数値とすること②排出基準設定に当ってはEUのVOC規制での排出濃度基準を参考にすること③測定頻度については年２回以上とするという方向で結論づけられた。

各小委員会では第２回小委員会で、各産業界におけるVOCの大気への排出実態や、対象とする施設、裾きり指標の考え方などのプレゼンテーションが行われた。第3回小委員会では、塗装施設の類型分けと裾切り指標についての考え方が議論された。塗装小委員会を例に取れば、①業種ごと（取り扱い製品ごと）に分類分けをしない、②形態別では、乾燥焼付け施設、塗装施設、塗装及び乾燥･焼き付け施設（両者の施設が一体であるもの）の類型分けを考える、③裾切り指標については外形的な指標である送･排風機の能力を用いる、を一応の結論としている。また、化学製品製造小委員会（ある原料を用い、化学反応により目的とする製品を得る業種）では、①取り扱い製品ごとに分類分けをしない、②形態別に類型分けを行なわない、③裾切り指標については外形的な指標である送･排風機の能力を用いる、を一応の結論としている。第4回小委員会からは、環境省が行った実態調査やアンケートの集計結果もふまえ、規制対象施設の規模（裾切り値）と基準値（規制値）の数値の論議が始まった。これらの値は、まず事務局である環境省の原案をもとにそれぞれの小委員会ごとに論議が進められた。おおむね提案された値を若干修正する形でまとめられたが、塗装小委員会のように「吹付塗装の用に供する乾燥又は焼付施設を対象から外す」と枠組みごと削除されたものもあった。

第3回のVOC排出抑制専門委員会では、これら小委員会のまとめに基づいて審議が重ねられ、規制対象施設種毎の裾きり規模と規制値が同専門委員会の報告書案の中にまとめられた。結果を**表4**に示す。**表4**の中で、灰色に塗りつぶした部分は前述の塗装小委員会での削除部分である。その他、報告書案に記載されている主な内容を以下に紹介する。

＜排出基準値の設定について＞

排出基準値の単位としては、今回の規制ではVOCを包括的に捉えていることから、VOCに該当する物質の炭素原子数に着目し「１立方メートル当たりの炭素の量に、換算したVOCの量（立方センチメートル）」とすることが適当である（以下「ppmC」と表記する）。

＜排出ガスの希釈への対応について＞

ガスの希釈に対応した特段の措置は講じないこととする。

＜排出濃度の測定頻度＞

他の原因物質である窒素酸化物等のばい煙と同様の性格を有することから測定の回数についても、ばい煙と同様の取り扱いをすべきであり、測定の回数は、少なくとも年2回以上が適当である。

＜経過措置について＞

規制に対応するに当たっては、VOC排出抑制対策技術の検討や、対策の導入計画の作成等に十分な時間をかけ、費用対効果のより高い対策を講じることが重要である。また、処理装置の設置場所の確保や、対策工事実施期間中に休止する施設の代替施設の確保など、対策の実施に至るまで相当の期間を要するものも多い。さらに、他法令により一定年限の連続運転が認められているものや、他法令に基づく定期点検などが既に予定されているものもあり、これを考慮して対策工事を実施できれば効率的である。したがって、既設の施設に係る排出基準の適用については、VOCの排出抑制の目標が平成２２年度とされていることに留意しつつ最大限の猶予期間、すなわち、平成２１年度末までの猶予期間を設けることが適当である。

以上検討経過の概要を述べたが、これらはまだ案のレベルであり、経過措置の扱いなどについてもいまだ議論の残っている状況にあると聞いている。正式に決定される内容については、政令や省令等の公布を待って確認していただきたい。

また、事務局である環境省の試算によれば、今回の法規

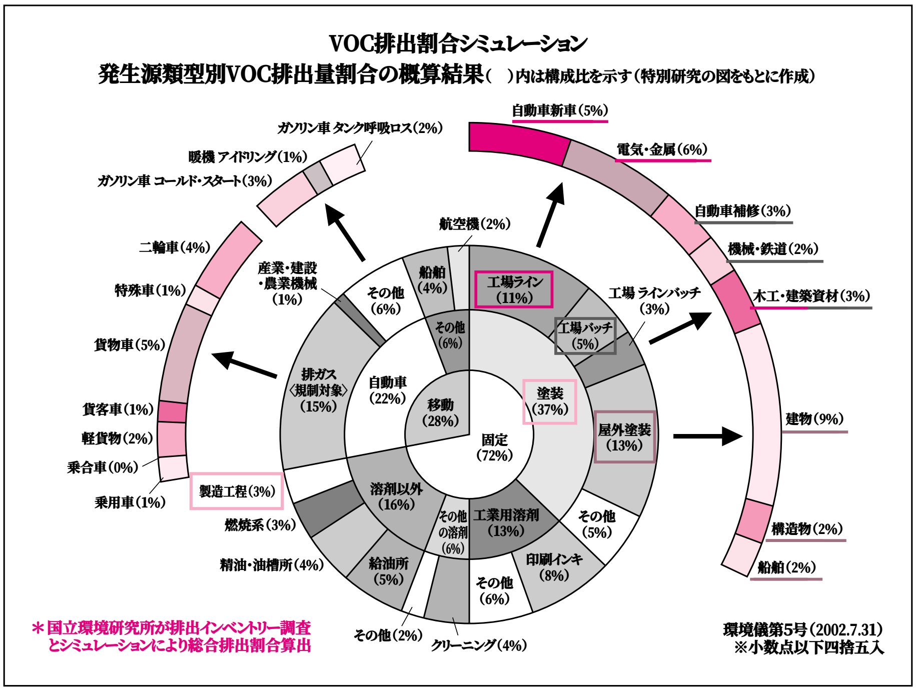

図7　VOC排出割合シミュレーション

芳香族系溶剤の削減

大気環境への影響が少ない溶剤の選択

溶剤	物質名	MIR	FAC
芳香族炭化水素 トルエン・キシレン	トルエン	43.7	5.4
	m−キシレン	116.9	4.7
	エチルベンゼン	30.7	5.4
脂肪族炭化水素 ミネラルスピリット ターペン・弱溶剤	n−ノナン	10.5	1.5
	n−デカン	9.1	2.0
	n−ウンデカン	8.1	2.5
その他極性溶剤 エステル・アルコール ケトン	酢酸エチル	7.0	0
	ブチルアルコール	36.8	0
	IPA	7.8	0
	MIBK	47.5	0

MIR（Maximum Incremental Reactivity）
オゾン生成能に関する指標

最大増加反応性 $\dfrac{\text{光化学オキシダント増加量(mg)}}{\text{VOC増加量(mg)}}$

FAC（Fractional Aerosol Coefficient）
SPM生成能に関する指標

エアロゾル生成係数 $\dfrac{\text{エアロゾル生成量(kg/day)}}{\text{VOC排出量(kg/day)}}$

図8　溶剤種による大気環境への影響指標

制によりVOC排出量削減に寄与できるのは、目標としている３割削減のうち、約1/3にあたるおよそ1割程度とのことであり、自主取り組みに期待される部分が大きい。自主取り組みにおいてもVOC排出量の削減を目的に推進することは当然であるが、本来の目的である大気環境の改善の見地に立てば、やむなく溶剤を使用する場合には、より影響の少ない溶剤を用いるなどの工夫も有効と思われる。測定方法専門委員会の報告書には、VOCのオゾン生成能に係る調査結果として、米国ＥＰＡと同じ方法でシミュレーションを行った結果が記載されている。溶剤種を選択する上で参考になる。

なお、委員会の資料や議事録は環境省のホームページ（http://www.env.go.jp）から見に行くことができる。専門委員会の資料は「審議会の開催、答申」「中央環境審議会」「大気環境部会」の順にクリックしていけばよいし、小委員会の資料は「大気環境・自動車対策」、行政資料欄の「揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策検討会について」の順にクリックすれば良い。

“ http://www.env.go.jp/council/07air/yoshi07.html ”

“ http://www.env.go.jp/air/osen/voc/index.html ”

でもそれぞれ直接見ることができる。詳細及び今後の動向はこちらで確認することをお勧めする。

4. 塗料とVOC

塗料はこれまで、ものの価値をそこなわず長期的に使用するための手法の一つとして利用されてきた。土や木材が主な素材の時代には、神社仏閣などの建造物や、食器、箱などの日用品に漆喰や漆を塗ることで素材に耐久性を持たせつつ生活に潤いをもたせてきた。その後、産業革命以後の急速な工業化により鉄を中心とする金属素材の使用が広がり、これを保護する防食塗料や意匠性を与える上塗り塗料の開発が進んだ。さらに、化学技術の発展に伴い原油を原料とする合成樹脂が開発され、耐久性や意匠性の更なる要求もあいまって、塗料も多様化、多量使用の時代に入り順調に発展してきた。とりわけ、金属素材においては、鉄やアルミニウムを中心に塗装技術の発達に伴い工業塗装化が進んできた。近年では新しい機能の付与といった要素も加わり、塗料（塗膜）への期待はさらに高まっている。高度な耐久性能や意匠性に応えるために、これまでの塗料（塗装）技術は有機溶剤の利用を中心に行われてきた。これは有機溶剤が低価格で、樹脂の溶解力、素材へ塗り広がる表面張力の調整、造膜過程での乾燥の速さと均一化などの機能を備える好材料であったことによる。しかしながら一方で塗料の使用量が増えるにしたがって、副次的に発生する大気へのVOCの排出量が増加してきていることも間違いなく、塗料面、塗装面、後処理などの装置面をも含めた総合的な検討によりVOCの排出を低減できる塗料、塗装システムの採用が必要になった。

4.1 塗料から排出されるVOC

国立環境研究所が排出インベントリー調査とシミュレーションにより算出した大気へのVOC排出源類型の内訳[5]を見ると、塗装によるものが全体の37%と最も多く、工業ライン塗装によるものだけでも全体の11%となっている。（**図7**参照）

第10回化学物質と環境円卓会議における環境省の資料[6]によれば、2000年に固定発生源から排出したVOCの総量の推計値は約150万トンで、そのうち56%が塗装によるものとされている。また、代表的なVOCの種類と量を見ると、

トルエンと混合キシレンが最も多く約４５万トン程度で全体の1/3程度を占める。諧日本塗料工業会がまとめた２００１年度のVOC大気排出の割合でもトルエンと混合キシレンが多く、全体量４５万に対し約５０%を占めるとの報告がある[4)]。当社では、特に大気中でVOCに変換しやすいと思われるこれらの溶剤を１９９９年から削減活動に取り入れて削減している。建築塗料分野を初めとする屋外塗装では、水性化を主体に進めているが、水性化が難しい用途に対しては、非芳香族系のミネラルスピリット（ホワイトスピリット）などの通称弱溶剤と呼ばれる溶剤型塗料への置き換えを推奨してきている。溶剤の種類による大気環境への影響の違いに関するデータを**図８**に示す。MIR値が高いほどVOCが光化学オキシダントを生成しやすく、FACが高いほどVOCが２次粒子を生成しやすいと考えられている。キシレンやトルエンなどの芳香族炭化水素はいずれの指標も高い値となっている。一方、自動車を始めとする工業用塗料においては、高意匠性を兼ね備えた水性中上塗り塗料の展開を始めている。ちなみに、大気排出量ベースではないが、関西ペイントが２００３年度に販売した塗料中溶剤、シンナーの総量におけるトルエン、混合キシレンの割合は４１%であった。（なお、この項で混合キシレンとしているのは、３種のジメチルベンゼン異性体とエチルベンゼンの合計を表わしている。）

4.2 塗料からのVOC削減

4.2.1 溶剤型塗料での削減

従来の設備がほぼそのまま使用できる経済的優位性から、これまでハイソリッド化を中心に展開が進んできた。しかし、希釈溶剤も含めて考えると、現状ではまだ相当量の溶剤を使用しており、さらなる大幅な削減が必要である。費用対効果を考慮し、多量に使用しているもの、他のタイプへの置き換えが容易なものから対策を取っていくことが効率的である。今回の法規制では工業塗装が中心となるので、政省令の動向をにらみながら、後処理等の技術もあわせ最適な削減手法を選ぶ必要がある。一方、現場で塗装する塗料は自主取り組みとしての削減を進める必要がある。性能品質を考えた場合、すぐに水性化へ移行することが難しいものについては、大気汚染の原因になりにくい溶剤への変更のステップを踏むなどして実質上の課題への対策をとりつつ最終的には水性化を始めとする低VOC塗料へ置き換えていく必要があろう。

4.2.2 水系塗料化

金属製品（鋼製品）の下塗りは電着塗料による水性化がすでに進んでいる。主要な自動車新車塗装ラインではすでにカチオン電着塗料への転換が終わっており、他の工業用途でも転換が進んでいる。アルミニウム建材製品の塗装もアニオン電着塗料へ移行している。いずれの用途においても、電着塗料は従来の溶剤型塗料に比べて大幅なVOCの削減を達成している。自動車新車塗装においては、中塗りや上塗りの水性化の展開がこれからの大きな課題である。工場ラインで塗装される製品は、特に高度の仕上がりと品質を要求されるため、より高度の顔料分散技術やレオロジーコントロール技術が必要となる。メタリック感などの高意匠性を付与する為のベースコートは溶剤使用量が最も多く、水系塗料化により大幅なVOC排出量が削減できると期待され導入が進んでいる。エネルギー使用量の低減対策を伴った水性塗料の展開が今後のキーポイントとなる。

4.2.3 無溶剤型塗料

粉体塗料はトータルエミッションの面では最も優れた塗料系である。しかし、塗膜形成のためには溶融過程が必要なことから、エネルギー面や塗面平滑性に課題があり日本ではこれまであまり進展してこなかった。その他ＵＶ塗料を始めとする無溶剤化やフィルム化などとともにVOC削減の方法として期待され検討されている。

総説・解説

5. おわりに

現在の社会・市場のキーワードは「持続的な社会の発展」であり、企業の果たす社会的責任はより重いものになってきている。有害重金属等の削減同様、大気における地球環境の改善、維持も企業の社会的責任の重要な要素となっている。本稿では大気汚染防止法の法規制の部分を中心に述べたが、法規制はナショナルミニマムの最小限にとどめることになっており、実際の大気環境改善を考えた場合に重要になるのは自主取り組みの部分ともいえる。塗料メーカーとしては、研究開発段階からこれらに対応できる製品供給を心がけ、設計・生産から塗膜となりフィルムとしての使命を終えるまでの全ての過程において環境に配慮した製品開発はもとより、生産技術、塗装技術、処理技術の開発も今後ますます力を入れていかなければならない。ロシアが批准を表明したことにより、京都議定書が発効するなど他の環境項目（例えばCO_2排出量の低減）もより厳しい方向へと進んでいる。全体を見据えて、どこまでVOCの排出量を削減すべきかなど社会のコンセンサスを得ながら効率的に進める必要がある。

参考文献

1）揮発性有機化合物（VOC）の排出抑制について
～検討結果～
平成15年12月　揮発性有機化合物（VOC）排出抑制検討会
2）「大気汚染防止法の一部を改正する法律案」の閣議決定について　平成16年3月8日
環境省　報道発表資料　2004年3月
3）揮発性有機化合物（VOC）の排出のあり方について（意見具申）平成１６年２月３日　中央環境審議会
4）揮発性有機化合物（VOC）の排出抑制ガイドライン
平成１６年５月　諧日本塗料工業会
5）環境儀第５号 2002年7月31日（独）国立環境研究所
6）第10回化学物質と環境円卓会議資料 平成16年7月29日
環境省環境管理局大気環境課長　関荘一郎