

日本船舶振興会 昭和51年度補助事業
“船舶の構造・性能に関する基礎的研究”

研究資料No.279

第165研究部会

新船舶用塗料および塗装の技術開発

報 告 書

昭和52年3月

社 団 法 人
日 本 造 船 研 究 協 会

大気汚染防止および作業者の安全確保のため、炭化水素類の規制に関する対策として、新船舶用塗料の開発、非光化学反応性溶剤の調査、塗料溶剤の光化学反応性の調査、炭化水素系物質の規制に関する調査および公害防止対策設備の調査を行なった。

はしがき

本報告書は、日本船舶振興会の昭和51年度補助事業「船舶の構造・性能に関する基礎的研究」の一部として日本造船研究協会第165研究部会においてとりまとめたものである。

第165研究部会委員名簿（敬称略、五十音順）

部会長	賀田秀夫(東京商船大学)	小川信行(日本ペイント)
幹事	秋山重雄(中國塗料)	岸野敏郎(神東塗料)
	勝田基平(三菱重工業)	嶋谷四郎(三井造船)
	佐野隆一(関西ペイント)	土井浩(日本油脂)
	瀬尾正雄	藤敬輔(石川島播磨重工業)
	広瀬精治(日本鋼管)	宮嶋時三(東京商船大学)
	宮本芳文(鬼田化学)	森稔(川崎重工業)
	三好貢	吉田守男(東亜ペイント)
	山本清文(大日本塗料)	渡辺精三(日立造船)
委員	奥山孝志(日本中型造船工業会)	大塙研二(三井造船)
	大西正次(日本アマコート)	斎木昇(大日本塗料)
	梶山駿(佐世保重工業)	川路正(昭和海運)
	神例昭一(住友重機械工業)	北野三夫(出光タンカー)
	清田正明(中川防蝕工業)	剣持雄治(岩田塗装機工業)
	近藤利博(石川島播磨重工業)	柴田幸夫(ジャパンライン)
	白石圭一(日本海事協会)	実藤公一(三井金属鉱業)
	田中忠(新日本製鐵)	鈴木茂(関西ペイント)
	高橋弘孝(三菱重工業)	高橋二郎(日本造船技術センター)
	徳永勝行(来島ドック)	辻本順一(カナエ塗料)
	西川孝寛(東亜ペイント)	永田三郎(住友金属工業)
	日尾勇次(太平洋海運)	伴徳次郎(大阪造船所)
討議参加者	大須賀昭一(日本鋼管)	村上正三(日本油脂)
	大仲陸郎(鬼田化学)	太田昭二(三菱重工業)
	岡実(日本海事協会)	江戸喜信(岩田塗装機工業)
	小又清司(新日本製鐵)	栗林求(石川島播磨重工業)
	高橋徹也(神東塗料)	佐野俊一(日本油脂)
	二宮守之(中國塗料)	高橋満直(帝國化工)
	牧島一博(大日本塗料)	平井靖男(日立造船)
	安井敏之(日本鋼管)	丸山裕視(三井金属鉱業)
	山崎啓司(日本鋼管)	柳瀬元昭(川崎重工業)
	山本眷雄(日本鋼管)	山本一雄(新日本製鐵)

目 次

1. 炭化水素類の規制に関する対策	1
1. 1 まえがき	1
1. 2 新船舶用塗料の開発	2
1. 2. 1 概 要	2
1. 2. 2 現状調査	2
1. 2. 3 新船舶用塗料の調査	15
1. 2. 4 結 び	17
1. 3 非光化学反応性溶剤の調査	30
1. 3. 1 概 要	30
1. 3. 2 塗料溶剤の現状	30
1. 3. 3 光化学反応性溶剤の指標	30
1. 3. 4 塗料用溶剤の非光化学反応性への転換について	31
1. 3. 5 結 び	33
1. 4 塗料溶剤の光化学反応性の調査	49
1. 4. 1 供試溶剤	49
1. 4. 2 調査方法	50
1. 4. 3 調査結果	51
1. 5 炭化水素系物質の規制に関する調査	54
1. 5. 1 概 要	54
1. 5. 2 わが国の法令における炭化水素物質の規制	54
1. 5. 3 地方自治体における炭化水素類の規制	55
1. 5. 4 海外における炭化水素類の規制	58
1. 5. 5 今後の規制の方向と課題（結び）	60
1. 6 公害防止対策設備の調査	65
1. 6. 1 概 要	65
1. 6. 2 塗装公害防止対策設備	65
1. 6. 3 結 び	75
1. 7 あとがき	88

1. 炭化水素類の規制に関する対策

1.1 まえがき

現在、船舶に用いられている塗料の主成分は、樹脂、顔料および溶剤である。この塗料を塗装すると、顔料および樹脂成分が塗膜を形成し、溶剤（塗料ミストを含む）は、大気へ放出される。放出された物質については、大気汚染防止および作業者の安全確保のため、大気汚染にかかる環境基準、特定化学物質等障害予防規則あるいは鉛中毒予防規則等の諸規則によって環境濃度が規制されている。

造船所の塗装作業者は、保護具を着用する等一応の対策は講じているものの、広い意味での環境汚染防止という見地から見れば、現状は決して満足すべき状態ではなく発生源である塗料および塗装に対する根本的な改善対策が必要となっている。そのためには諸規制の規制値を越えないように、塗料中の対象物質の配合変更を行ない、それにともなって塗料の諸性能の検討、塗装作業法の改善および安全性の確認に関わる研究を実施する必要がある。

このような目的で昭和51年度は炭化水素に関する研究を実施する。

1.2 新船舶用塗料の開発

1.2.1 概 要

大気中に塗料から飛散する炭化水素について調査するため、(1)現在使われている塗料に含まれる炭化水素について、(2)炭化水素対策用に開発された塗料について検討を行なう。

1.2.2 現状調査

現在、造船所で使われている塗料が塗膜形成されるまでに大気中に飛散する溶剤について調査する。

(1) 供試塗料

供試塗料は、造船所で多く使われている塗料についてとりあげ、その供試塗料の一覧表を表1.2.1に示す。なお、供試塗料は本研究部会委員の塗料会社より提供を受ける。

(2) 調査項目

(a) 塗料に含まれる溶剤量の調査

供試塗料に含まれる溶剤量について調査する。

(i) 調査方法

塗料に含まれる溶剤量の表示として、塗料が乾燥した時に塗膜として残る割合である加熱残分を使う。加熱残分の測定法は、JIS K-5400に準拠し、110°C 3時間、60°C 24時間および室温168時間経過後の加熱残分の値を求める。なお加熱残分の計算は1.2.1式により求める。

$$\text{加熱残分} [\%] = \frac{\text{一定時間経過後の試料重量}}{\text{試料採取重量}} \times 100 \quad \dots \dots \quad 1.2.1 \text{ 式}$$

表 1.2.1 供試塗料一覧表

塗装対象箇所	塗料樹脂の種類	塗料の種類
外板	塩化ゴム	A/C, T/S
	ビニル	A/C, T/S
	エポキシ	A/C, T/S
	コールタール エポキシ	A/C
デッキ および 上構外部	油性	R/P, F/C
	塩化ゴム	R/P, F/C
	エポキシ	R/P, F/C
上構内部	油性	R/P, F/C
タンク (W.B.T) & (C.O.T)	エポキシ	
	コールタール・エポキシ	
	コールタール・ウレタン	

注) A/C 船底1号塗料 W.B.T : Water ballast tank

T/S 外舷塗料 C.O.T : Cargo oil tank

R/P 鋼止塗料

F/C 上塗塗料

(b) 塗料に含まれる溶剤組成の調査

供試塗料に含まれる溶剤組成の調査

(i) 調査方法

内径 5 mm φ、長さ 50 mm のガラス管内に細い棒を用い、供試塗料を入れ両端をシリコンゴム栓で密栓する。ガラス管内をわずか負圧にするため注射器でガラス管内の空気を抜き取る。その後、表 1.2.2 に示す条件下で供試塗料を乾燥硬化させる。表 1.2.2 に示す時間経過後、ガラス管内気相部より注射器で一定量ガスを採取し、そのガスをガスクロマトグラフィにかけ溶剤組成を求める。ガスクロマトグラフィ操作条件を表 1.2.3 に示す。

表 1.2.2 溶剤組成測定条件

番号	塗料乾燥温度 (°C)	塗料乾燥時間 (H)
1	110	3
2	60	24
3	室温(約 20)	168

表 1.2.3 ガスクロマトグラフィ操作条件

ガスクロマトグラフィ型式	G C - 6 A M (島津製作所製)
サンプル	ガス状 0.25 ml
カラム長さ	3 m
カラム槽温度	120 °C
充填剤	PEG 20 M Porapak Q (参照側)
キャリアガス	H e
キャリアガス入口圧	6 kg/cm²
H₂ 流量	30 ml/min
空気流量	0.8 l/min
検出器	F L D

(3) 調査結果

(a) 塗料に含まれる溶剤量の調査

供試塗料の加熱残分を表 1.2.4 ~ 表 1.2.6 (b) に示す。表中の理論値は、塗料会社が机上で塗料組成配合表より塗料成分から塗膜形成する物質を求めた値を示す。表中上段の数値は、塗料会社測定値、下段の数値は、造船所での 3 回の測定値の平均を示す。

(b) 塗料に含まれる溶剤組成の調査

ガスクロマトグラフィによる分析結果を図 1.2.1 (a) ~ 図 1.2.1 (e) に示す。

図の縦軸はガスクロマトグラフィのチャート面積百分率を示し、横軸は保持時間を示す。

(4) 考察

(a) 塗料に含まれる溶剤量の調査

現在、造船所で使用されている塗料の加熱残分の最大および最小をまとめると次のとおりである。

(i) 外板用	塩化ゴム塗料 A/C	6 0.1 ~ 6 9.8 %
	T/S	5 4.3 ~ 6 5.3 %
	ビニル塗料 A/C	2 1.6 ~ 3 0.1 %
	T/S	3 0.2 ~ 4 5.8 %
	エポキシ塗料 A/C	6 1.8 ~ 6 9.9 %
	T/S	5 6.0 ~ 5 8.0 %
(ii) デッキおよび上構外部用		
	油性塗料 R/P	7 3.8 ~ 7 8.4 %
	F/C	6 6.5 ~ 7 0.5 %
	D/P	6 6.0 ~ 6 9.7 %
	塩化ゴム塗料 R/P	5 1.7 ~ 6 9.0 %
	F/C	5 6.8 ~ 6 3.6 %
	D/P	4 9.5 ~ 6 2.2 %
	エポキシ塗料 R/P	6 2.0 ~ 7 9.8 %
	D/P	6 1.4 ~ 7 7.0 %
(iii) 上構内部用		
	油性塗料 R/P	6 8.0 ~ 7 5.1 %
	F/C	6 8.1 ~ 7 6.8 %
(iv) タンク用		
	エポキシ塗料 R/P	5 9.2 ~ 8 3.0 %
	F/C	6 2.0 ~ 7 3.5 %
	コールタール・エポキシ塗料	6 3.8 ~ 8 4.2 %
	コールタール・ウレタン塗料	5 5.8 ~ 7 3.8 %

上記のことから炭化水素対策の点から炭化水素の飛散の多い塗料順にならべるとビニル> 塩化ゴム>コールタールウレタン>エポキシ>コールタールエポキシ>油性の順となりタンク用エポキシ塗料はすでに加熱残分が 8 % 以上の塗料もあることがわかった。

(b) 塗料使用溶剤の種類

塗料に使用されている溶剤は次の通りである。

油性塗料	ミネラルスピリット、ハイアロマティックホワイトスピリット等
ビニル塗料	トルエン、MIBK、キシレン、酢酸エチル等
塩化ゴム塗料	キシレン、MIBK、ソルベントナフサ、ミネラルスピリット、ブチルセロソルブ等
エポキシ塗料	トルエン、MIBK、セロソルブアセテート、ブチルセロソルブ、ブチルアルコール等
コールタールエポキシ塗料	トルエン、MIBK、セロソルブアセテート、キシレン等
コールタールウレタン塗料	トルエン、MIBK等

表 1.2.4 外板用塗料の加熱発分

上段 塗料会社測定値
下段 造船所測定値

塗料 樹脂の種類 乾燥条件の種類	塗 料	塗 料				主 剤				硬 化 剂			
		理 論 値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理 論 値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理 論 値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間
塗化ゴム	A/C	6.9.8	6.3.2	6.1.6	6.0.7	—	—	—	—	—	—	—	—
	A/C	6.2.0	6.1.2	6.0.4	6.5.9	—	—	—	—	—	—	—	—
	T/S	5.4.3	5.7.2	5.6.3	6.1.1	—	—	—	—	—	—	—	—
	T/S	5.9.0	6.5.3	6.4.0	5.8.3	—	—	—	—	—	—	—	—
ビニル	A/C	2.7.2	2.3.7	2.2.4	2.1.6	—	—	—	—	—	—	—	—
	A/C	2.9.0	3.0.1	2.9.8	2.9.0	—	—	—	—	—	—	—	—
	T/S	4.0.0	4.5.8	4.4.4	4.3.7	—	—	—	—	—	—	—	—
	T/S	3.0.2	3.3.8	3.2.5	3.1.2	—	—	—	—	—	—	—	—
エボキシ	A/C	6.5.4.	6.3.8	6.2.9	6.1.8	6.8.1	6.5.1	6.4.8	6.4.7	4.9.0	5.4.1	5.0.0	4.9.6
	A/C	6.6.0	6.9.5	6.8.2	6.6.5	6.9.0	6.9.3	6.7.8	6.6.3	5.7.5	5.9.1	5.7.7	5.5.7
	T/S	6.3.9	6.8.1	6.5.8	6.4.6	6.7.0	6.5.9	6.5.8	6.5.0	5.8.2	5.8.0	5.5.6	5.4.2
	T/S	5.8.0	5.9.9	5.9.7	5.9.5	6.0.5	6.0.6	6.0.6	6.6.1	4.9.0	5.9.8	5.5.6	5.2.5
コルタールエボキシ	T/S	5.6.0	5.8.8	5.7.2	5.6.8	5.8.0	6.0.6	5.9.5	5.7.8	5.0.0	5.2.4	5.0.8	4.9.5
	A/C	6.8.9	7.4.6	7.0.0	7.0.8	7.2.0	7.5.2	7.1.8	7.1.7	5.1.0	5.6.7	5.2.4	5.5.7

表1.2.5(a) デッキおよび上構用塗料の加熱残分

上段 塗料会社測定値
下段 造船所測定値
単位 [%]

塗料樹脂の種類	乾燥の条件	塗 料						硬 化 剂					
		理 論 値	室温 168時間	60°C 24時間	3 時 間	理 論 値	室温 168時間	60°C 24時間	3 時 間	理 論 値	室温 168時間	60°C 24時間	3 時 間
デッキおよび上構外部用油性	R/P	7.5.3	7.5.6	7.5.3	7.5.1	-	-	-	-	-	-	-	-
	R/P	7.3.2	7.5.8	7.5.0	7.5.6	-	-	-	-	-	-	-	-
	R/P	7.8.2	7.7.3	7.5.1	7.3.8	-	-	-	-	-	-	-	-
	R/P	7.6.3	7.8.4	7.8.0	7.7.3	-	-	-	-	-	-	-	-
	F/C	6.8.5	7.0.5	6.8.8	6.8.0	-	-	-	-	-	-	-	-
	F/C	6.9.4	6.9.4	6.7.8	6.7.3	-	-	-	-	-	-	-	-
デッキおよび上構外部用ゴム塩化ゴム	D/P	6.8.6	6.9.4	6.8.5	6.7.8	-	-	-	-	-	-	-	-
	D/P	6.6.4	6.5.6	6.8.2	6.7.3	-	-	-	-	-	-	-	-
	R/P	6.5.9	6.5.4	6.4.9	6.4.6	-	-	-	-	-	-	-	-
	D/P	5.3.6	5.3.0	5.2.0	5.1.4	-	-	-	-	-	-	-	-
	R/P	6.9.0	6.6.9	6.5.3	6.4.6	-	-	-	-	-	-	-	-
	R/P	5.2.9	5.6.8	5.4.4	5.3.0	-	-	-	-	-	-	-	-
F/C	F/C	5.9.5	6.0.3	5.9.8	5.7.5	-	-	-	-	-	-	-	-
	F/C	5.9.4	6.2.0	5.8.8	5.6.8	-	-	-	-	-	-	-	-
	F/C	6.3.2	6.3.6	6.2.2	6.0.7	-	-	-	-	-	-	-	-
	D/P	5.7.0	6.2.2	6.1.5	5.9.6	-	-	-	-	-	-	-	-

表1.2.5(b) デッキおよび上構用塗料の加熱残分

上段 塗料会社測定値
下段 造船所測定値

塗料樹脂の種類	乾燥条件	塗 料						主 剤						硬 化 剂					
		理 論 値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理 論 値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理 論 値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理 論 値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間		
デッキおよび上構外部用 エボキシ	R/P	7.5.0	7.9.0	7.8.0	7.7.0	7.5.0	8.8.0	7.7.0	7.6.0	7.7.0	8.1.0	8.0.0	7.9.0	8.8.4	8.8.9	8.8.4	8.6.5		
	R/P	6.2.0	7.4.4	7.2.5	7.9.8	7.9.3	7.9.7	7.7.6	7.7.6	6.8.0	6.7.5	6.2.0	7.0.1	6.7.5	6.7.5	6.4.7	6.4.7		
	D/P	7.1.5	7.7.0	7.6.0	7.5.0	8.2.0	8.6.0	8.4.0	8.3.0	4.7.0	5.0.0	4.7.0	5.0.0	4.8.0	4.8.0	4.7.0	4.7.0		
	D/P	6.1.4	7.6.0	7.1.5	7.9.2	7.1.4	8.7.6	8.6.9	8.6.3	5.3.7	5.3.7	5.3.0	5.3.0	4.2.4	4.2.4	4.2.9	4.2.9		
	R/P	6.4.1	6.4.6	6.3.0	6.7.0	6.7.0	7.6.9	7.2.5	6.7.5	6.8.4	6.8.8	7.1.2	7.2.5	6.8.0	6.8.0	6.5.5	6.5.5		
	R/P	7.4.0	7.5.1	7.4.8	7.4.3	7.2.3	—	—	—	—	—	—	—	5.4.6	5.4.2	5.3.6	5.3.6		
上構内部用 油 性	R/P	7.2.0	7.4.2	7.2.1	7.2.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	F/C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	F/C	7.5.8	7.6.8	7.6.4	7.6.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	F/C	7.0.0	7.0.9	6.9.7	6.9.6	6.8.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

表 1.2.6(a) タンク用塗料の加熱残分

上段 塗料会社測定値
下段 造船所測定値
単位 [%]

塗料樹脂 塗料条件 の種類	理論 値	塗 料			主 剤			硬 化 剤			
		室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理論 値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間
R/P	5.9.2	6.7.9	6.5.2	6.4.9	6.3.9	6.9.5	6.4.0	6.3.8	3.2.7	4.3.9	3.8.6
R/P	6.5.0	6.6.1	6.2.8	6.0.8	6.8.1	6.6.5	6.5.2	4.1.1	4.2.0	4.6.8	3.6.7
F/C	6.5.0	7.2.5	7.1.8	6.9.4	7.0.0	7.2.0	7.2.4	7.2.5	7.2.1	4.2.0	4.4.3
R/P	6.4.0	6.6.8	6.5.1	6.4.0	6.9.2	7.4.1	7.2.9	7.1.4	3.4.5	3.5.5	3.5.2
F/C	6.4.0	6.6.6	6.5.3	6.4.0	6.8.4	7.5.1	7.2.3	7.2.1	4.5.0	4.5.0	4.1.3
F/C	6.4.0	6.6.9	6.5.1	6.4.0	6.7.9	7.2.3	7.0.4	6.9.3	3.9.0	4.0.6	4.0.2
R/D	7.0.4	7.6.2	7.4.9	7.4.6	7.2.0	7.6.0	7.3.3	7.3.9	5.4.5	6.8.4	5.9.1
R/P	6.4.4	7.1.9	6.9.1	6.6.8	7.0.5	7.3.8	7.1.7	7.0.7	2.9.5	4.0.8	3.4.5
R/P	7.6.0	8.3.0	8.1.0	7.9.0	8.2.0	8.6.0	8.4.0	8.3.0	6.0.0	6.2.0	6.1.0
R/P	6.2.0	7.3.5	6.7.7	6.4.5	6.4.0	7.0.4	6.6.0	6.2.5	5.9.0	5.5.9	4.8.0
F/C	6.4.2	7.3.5	6.9.5	6.6.2	6.7.0	7.4.5	7.0.7	6.6.8	6.0.0	6.8.0	6.2.5
		6.8.4	6.5.8	6.5.0	6.8.3	6.7.7	6.6.6	6.7.7	6.4.2	6.2.8	6.1.5

表 1.2.6 (b) タンク用塗料の加熱残分

上段 塗料会社測定値
下段 造船所測定値
単位 (%)

塗料樹脂 乾燥条件 塗料の種類	理論値	塗 料			剤			硬 化 剂		
		室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間
コールタール エボキシ	71.6	8.0	75.5	72.3	77.3	85.5	80.7	78.6	39.3	42.5
		7.8.5	75.0	69.1	83.1	78.5	72.2	46.7	36.9	34.8
	68.0	76.8	73.3	70.6	72.5	80.3	77.7	76.5	45.0	52.0
		70.6	70.4	63.7	76.2	72.9	68.8	56.7	56.6	49.3
	76.0	84.2	82.1	78.8	80.0	81.2	78.4	78.1	53.3	69.0
		80.2	76.4	69.1	78.5	74.2	72.4	71.0	65.6	54.8
	76.6	81.2	80.5	78.9	83.0	86.1	83.0	82.0	40.0	50.5
		79.0	76.8	73.4	84.0	78.1	76.5	76.5	45.2	42.5
	69.4	75.1	73.1	70.1	72.5	76.1	72.4	69.2	41.0	34.4
		73.0	70.0	63.8	74.2	70.7	68.1	68.1	42.3	38.3
コールタール ウレタン	69.0	76.0	74.0	72.0	74.0	78.0	77.0	75.0	47.0	50.0
		71.2	68.4	65.1	77.9	74.4	73.2	73.2	50.7	48.2
	73.5	81.3	80.6	73.7	74.9	80.2	77.8	72.0	60.7	44.1
		74.7	71.9	70.0	74.4	74.4	71.5	68.8	69.9	42.8
	69.0	71.3	68.7	66.4	72.4	75.6	70.6	69.0	50.0	48.0
		69.3	63.9	60.2	73.2	65.3	59.0	59.0	47.5	46.4
	69.0	73.2	71.9	70.7	72.4	76.1	74.2	73.1	56.0	59.9
		71.2	70.1	64.8	69.7	64.9	65.5	65.5	58.0	57.4
	74.9	78.5	76.9	76.5	76.8	78.8	76.5	73.7	55.0	43.4
		76.2	74.2	70.0	77.8	73.6	71.9	63.0	47.5	40.6
コールタール ウレタン	71.3	73.8	72.2	68.2	77.9	78.0	73.7	68.6	45.0	51.9
		70.9	68.7	63.3	74.8	69.6	67.4	49.6	49.6	54.5
	62.9	69.1	65.0	63.5	36.0	68.2	62.7	58.5	50.0	45.5
		61.8	60.0	55.8	61.4	56.1	54.3	56.1	53.2	46.5

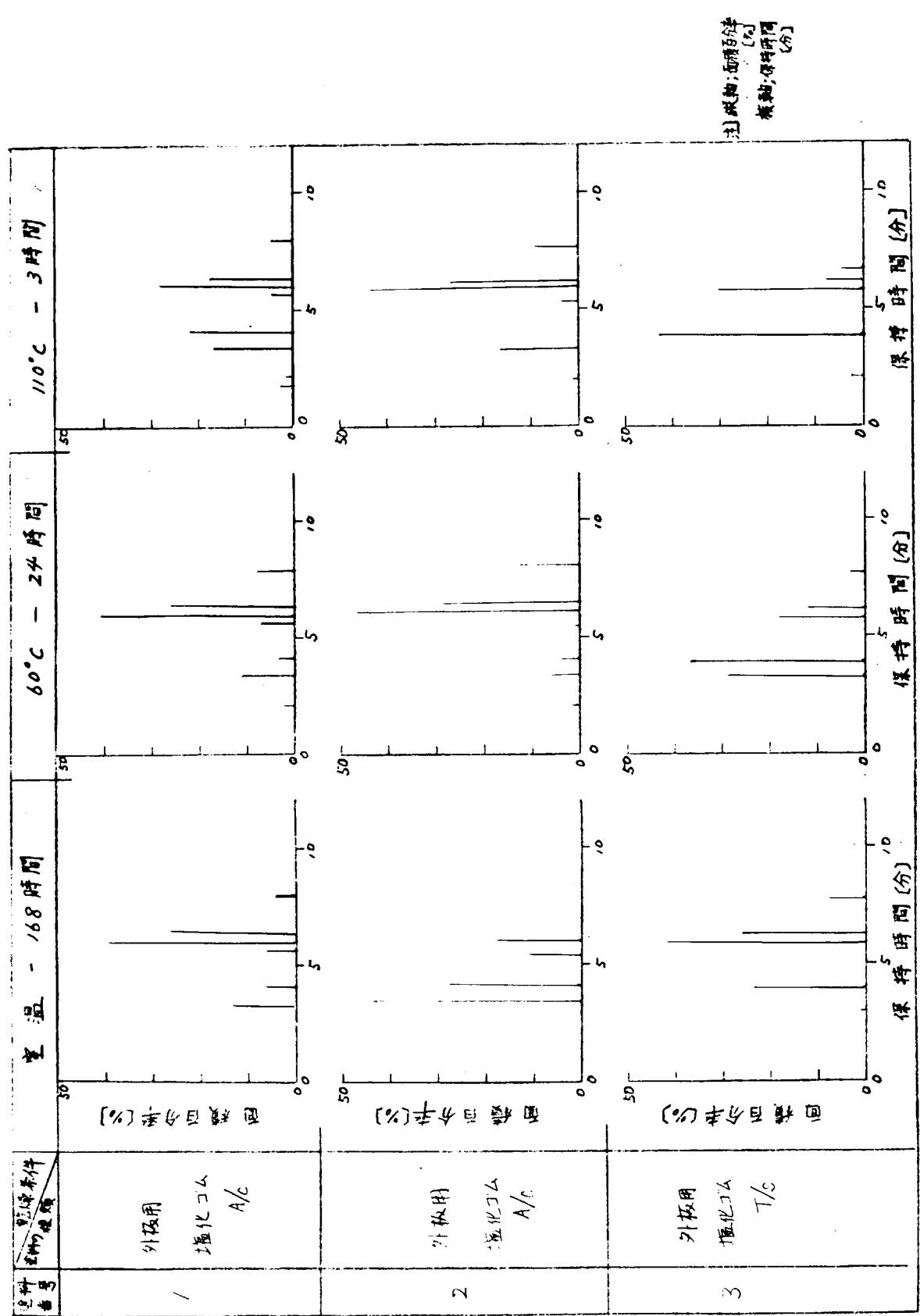


図 1.2.1(a) 溶剤組成分析結果

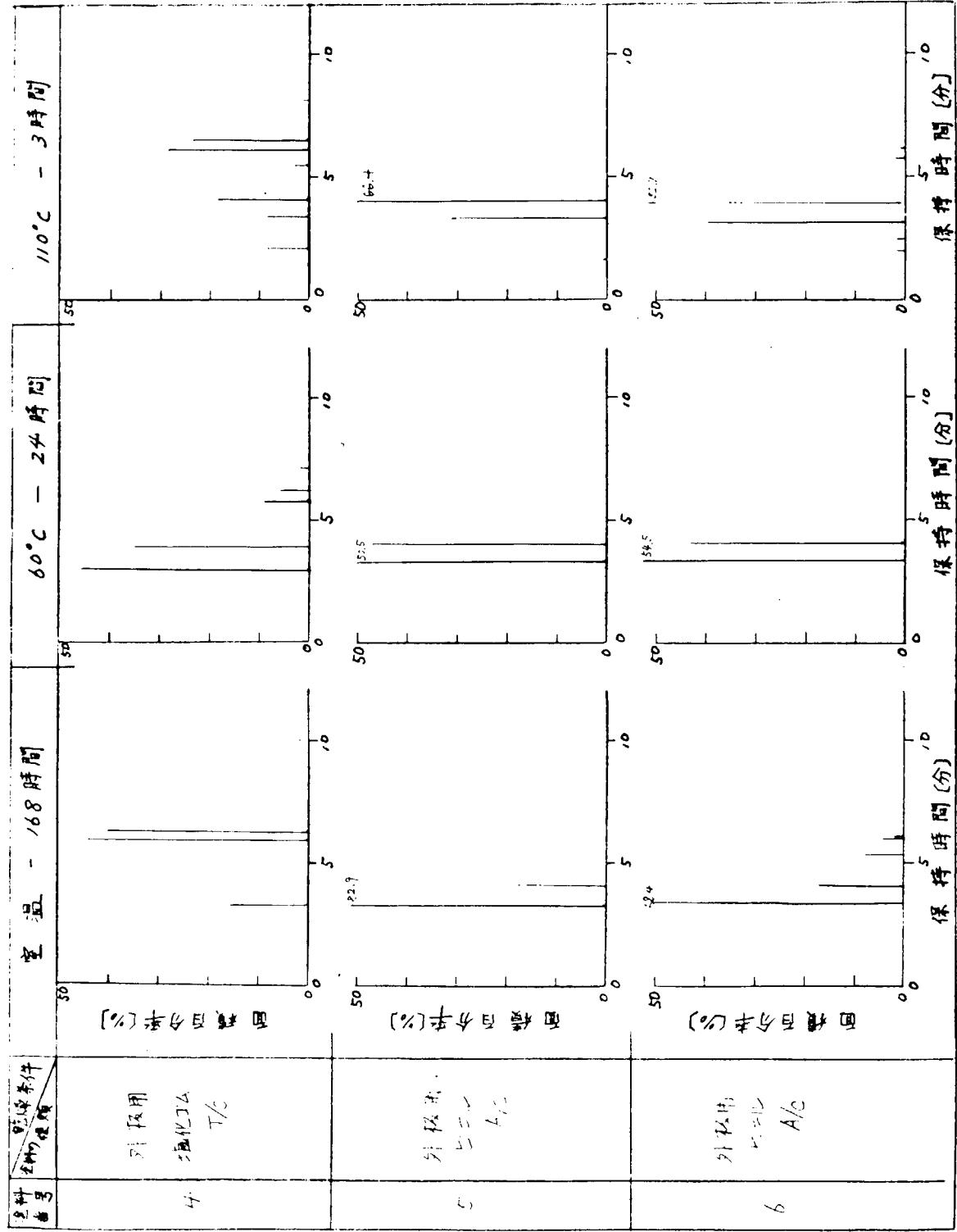


図 1.2.1(b) 溶剤組成分析結果

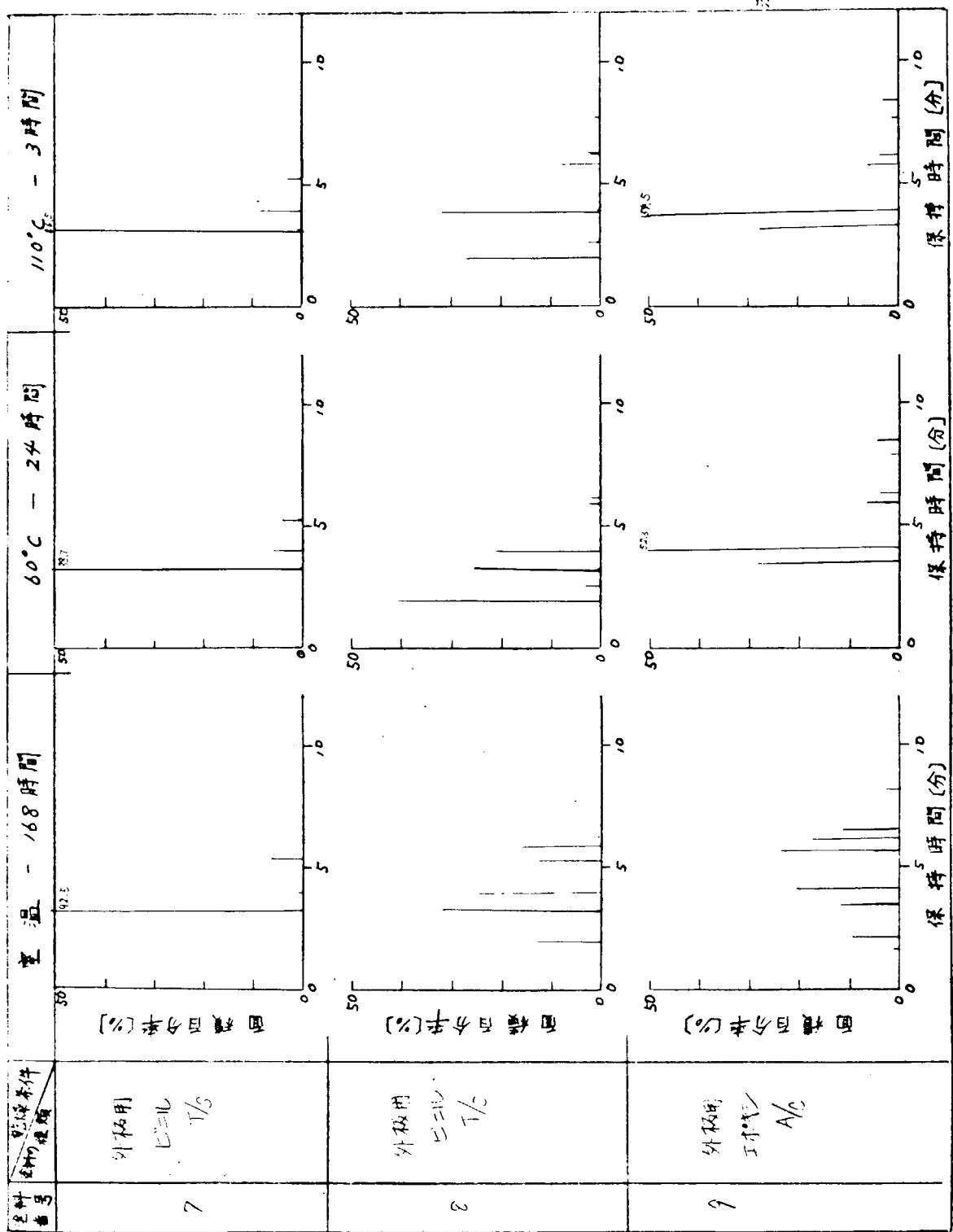


図1.2.1(c) 溶剤組成分析結果

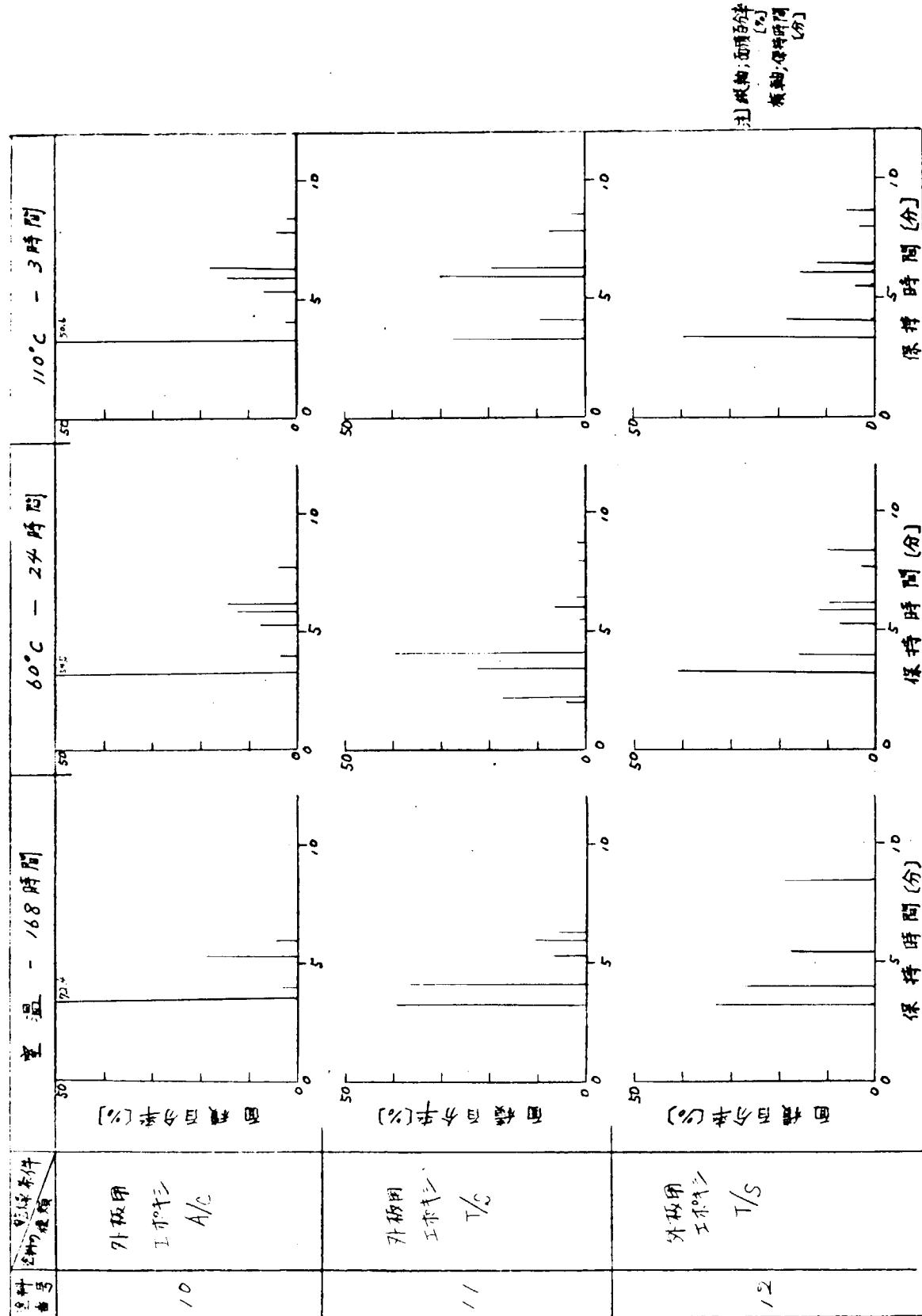


図 1.2.1(d) 溶剤組成分析結果

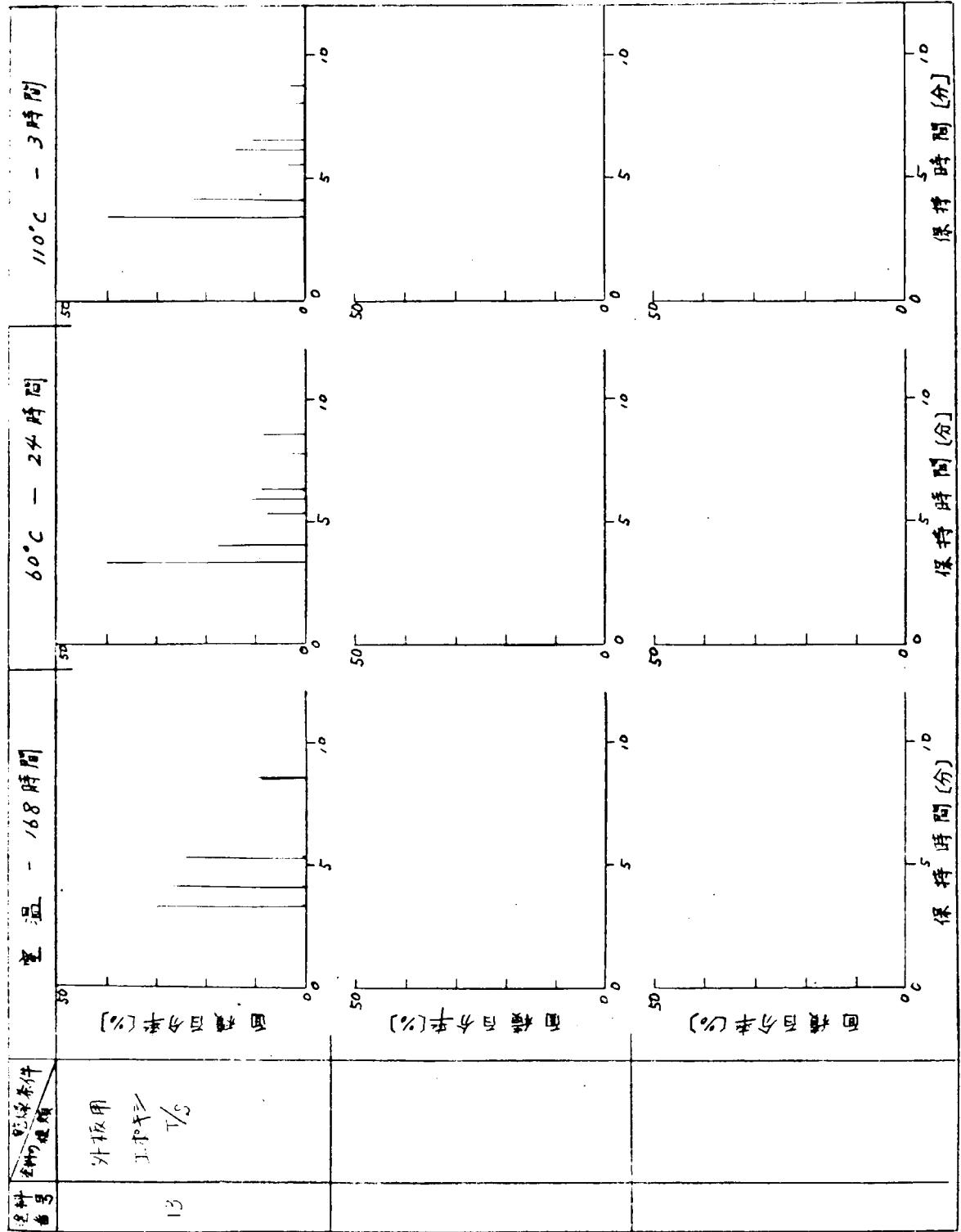


図 1.2.1 (c) 溶剤組成分析結果

1.2.3 新船舶用塗料の調査

現在造船所で使われている塗料から飛散する炭化水素を低減するため、新しい船舶用塗料の開発を塗料会社に依頼し、開発された塗料の溶剤について調査する。

(1) 供試塗料

供試塗料として炭化水素発生量あるいは光化学反応を低減する目的で塗料の開発を本研究部会委員である塗料会社で行なう。

炭化水素対策用塗料として次の分類に別け塗料の開発を行なう。

(a) 使用溶剤を変更する。

(i) 水性塗料：有機溶剤を水溶性に変更した塗料

(ii) 非光化学反応溶剤含有塗料：光化学反応溶剤からオキシダント発生の少ない非光化学反応溶剤に変更した塗料

(b) 使用溶剤量を低減する。

(i) 無溶剤塗料：加熱残分が 9.5 wt %以上の塗料

(ii) 低溶剤塗料：加熱残分を下記の値まで上げた塗料

塩化ゴム塗料：加熱残分 70 wt %以上

油性塗料：加熱残分 80 wt %以上

エポキシ塗料：加熱残分 80 wt %以上

コールタールエポキシ塗料：加熱残分 80 wt %以上

コールタールウレタン塗料：加熱残分 80 wt %以上

(iii) 低溶剤非光化学反応溶剤含有塗料：加熱残分は低溶剤塗料と同じで使用溶剤が非光化学反応溶剤に変更した塗料

上記分類に従い開発された塗料を表 1.2.7 に示す。

(2) 調査項目

調査項目は、1.2.1 と同様塗料中に含まれる溶剤量について調査する。

(3) 調査方法

調査方法も 1.2.1 と同じである。

表 1.2.7 新船舶用塗料一覧表

塗装対象箇所	炭化水素対策方法 塗料の種類	溶剤変更			溶剤量の低減		
		水性塗料		非光化学反応溶剤 溶剤	無溶剤	溶剤量の低減	
		エマルジョン	水溶性			低溶剤	非光化学反応溶剤
外板	塩化ゴム	—	—	22~25	—	74~75	109~110
	ビニル	—	—	26~29	—	—	—
	エポキシ	1~3	—	30~31	56~57	76~77	111~112
	コールタールエポキシ	4	—	32	58	78	113
デッキおよび上構外部	油性	5 ~ 10	—	32~38	59	79~83	114~116
	塩化ゴム	—	—	41~43	—	84~88	117~121
	エポキシ	11~12	—	39~40	60	89~92	122~123
上構内部	油性	13~14	—	44~47	61	93~95	124~126
(W.B.T & C.O.T)	コールタールエポキシ	15~18	—	48~49	62~68	96~101	127~130
	コールタールウレタン	—	—	50~51	69~70	101~103	131
	エポキシ	19~21	—	52~55	71~73	104~108	132~135

注) 表中の数字は表 1.2.8 ~ 表 1.2.12 に示す開発済あるいは開発中の塗料番号

— : 開発不可能

(4) 調査結果

炭化水素対策塗料の開発状況一覧表を表 1.2.7 に示す。

また開発された塗料の加熱残分を表 1.2.8 ~ 表 1.2.12 に示す。

(a) 水性塗料

水性塗料として外板ではエポキシ、コールタールエポキシ、デッキおよび上構外部では油性、エポキシ、上構内部では油性、タンクではコールタールエポキシ、エポキシの塗料が開発された。

(b) 非光化学反応溶剤含有塗料

非光化学反応溶剤含有塗料として外板では、塩化ゴム、ビニル、エポキシ、コールタールエポキシ、デッキおよび上構内部では、油性、塩化ゴム、エポキシ、上構内部では油性、タンクではコールタールエポキシ、コールタールウレタン、エポキシの塗料が開発された。これは現在造船所で使用されている全ての塗料を非光化学反応性溶剤含有塗料に代え得る可能性があることを示している。

(c) 無溶剤塗料

無溶剤塗料としてラッカー型の塩化ゴムおよびビニル塗料を除きエポキシ、コールタール・エポキシ、油性、コールタール・ウレタン塗料が開発された。加熱残分が理論値では 9.6 ~ 10.0 % である。

(d) 低溶剤塗料

低溶剤塗料として外板用ビニル塗料を除き、塩化ゴム、エポキシ、コールタール・エポキシ、油性、コールタール・ウレタン塗料が開発された。加熱残分が理論値で塩化ゴムが 6.7.0 % 以上、エポキシが 8.2.0 % 以上、コールタール・エポキシが 8.7.2 % 以上、油性が 8.6.1 % 以上となり、1.2.1 項の塗

料に比べ加熱残分が大となり溶剤の蒸発量が低減される。

(e) 低溶剤非光化学反応溶剤含有塗料

低溶剤塗料と同様外板用ビニル塗料を除き、塩化ゴム、エポキシ、コールタール・エポキシ、油性、コールタール・ウレタン塗料が開発された。加熱残分が理論値で塩化ゴムが6.6%以上、エポキシが9.10%以上、コールタール・エポキシが8.8.0%以上、油性が7.9.9%以上となり1.2.1項の既存の塗料に比べ加熱残分が大となり溶剤の蒸発量が低減される。また、光化学スマッグの発生の低減が期待される。

1.2.4 結 び

本研究の目的とする炭化水素源の大気汚染低減にそった水性塗料、非光化学溶剤含有塗料、無溶剤塗料、および低溶剤塗料が開発された。

本年度の研究が溶剤の種類と量に注目して調査を進めたが、塗料は塗膜物性も重要な点である。従って、来年度に、本年度開発された塗料の塗膜物性を調査して、実用性のある塗料を見い出し、炭化水素対策塗料の実施の可否を決定したい。

表1.2.8(a) 水性塗料の加熱残分

上段 塗料会社測定値
下段 造船所測定値
単位 (%)

乾燥の条件 塗料樹脂の種類		塗 料						主 剤						硬 化 剂						塗料番号
		室温 16時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理論値	室温 16時間														
外板 エボキシ	A/C	6.0.2	6.3.2	6.1.1	6.1.0	5.8.4	5.9.7	5.9.0	5.8.9	7.4.8	8.8.2	7.6.1	7.5.8	6.8.7	6.8.7	6.8.7	6.8.7	6.8.7	1	
	T/S	4.8.8	—	—	4.9.5	5.2.5	—	—	5.8.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	
	T/S	5.0.8	5.2.1	5.1.9	4.9.8	4.5.8	4.7.1	4.6.9	4.4.3	6.6.0	6.6.9	6.7.0	6.6.4	6.6.4	6.6.4	6.6.4	6.6.4	6.6.4	3	
コールタール エボキシ	A/C	7.1.6	6.4.3	6.2.1	5.7.9	6.8.0	6.6.4	6.1.2	5.8.7	7.3.0	5.9.4	5.7.5	5.6.7	5.6.7	5.6.7	5.6.7	5.6.7	5.6.7	4	
	A/C	6.3.5	6.4.6	6.4.2	6.4.0	6.3.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	
デッキ および 上構部 外	油 性	5.8.1	5.7.3	5.6.5	5.6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	
	5.1.6	5.5.1	5.3.1	5.2.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	
	4.9.8	5.3.4	5.1.3	5.0.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	
	5.8.0	5.8.1	5.6.4	5.6.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	
	5.3.0	5.5.8	5.4.5	5.3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	
	エボキシ	4.9.0	—	—	4.8.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	
	上構油	4.8.9	—	—	4.8.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	
上構油	性	5.2.0	—	—	5.1.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	

表1.2.8(b) 水性塗料の加熱残分

上段 塗料会社測定値
下段 造船所測定値

		塗 料						主 剤						硬 化 剤						塗 料							
		乾燥条件		塗 料		室温		60°C		110°C		室温		60°C		110°C		理論値		室温		60°C		110°C		塗 料番号	
		塗料樹脂の種類		理論値		168時間		24時間		3時間		理論値		168時間		24時間		3時間		理論値		168時間		24時間		3時間	
上構部内	油 性			4.7.7				4.7.5				—		—		—		—		—		—		—		—	1.4
	コールタール・エボキシ			7.1.6	6.4.3	6.2.1	5.7.9	6.8.0	6.6.4	6.1.2	5.8.7	7.3.0	5.9.4	5.7.5	5.6.7	5.5											
	タンク			6.2.3	6.6.4	6.3.8	5.9.1	5.9.8	6.4.9	6.1.6	5.5.3	6.9.0	7.0.3	6.9.7	6.9.4	1.6											
	エボキシ			5.6.5	5.8.8	5.8.1	5.7.5	6.1.0	—	6.6.9	6.1.5	5.5.0	—	5.8.1	5.5.8	1.7											
	エボキシ			5.8.8				5.6.0	6.1.0		5.9.5	5.4.7	5.1.8		5.2.1	5.1.9	1.8										
	エボキシ			6.0.2	6.3.2	6.1.1	6.1.0	5.8.4	5.9.7	5.9.0	5.8.9	7.4.8	8.8.2	7.6.1	7.5.8	1.9											
				5.8.6	6.0.5	6.0.2	5.9.3	5.7.5	5.9.1	5.8.8	5.8.0	6.8.2	7.3.0	7.2.9	7.0.6	2.0											
				6.5.9	6.6.9	6.0.4	6.5.5	7.2.4	—	6.4.9	7.1.9	2.9.6	—	3.2.4	3.0.0	2.1											

表1.2.9(a) 非光化学反応溶剤含有塗料

上段
塗料会社測定値
下段
造船所測定値

塗料種類		塗 料			主 剤			硬化剤			塗 料 番 号		
塗料種類	乾燥条件	理論値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理論値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理論値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間
		6.6.5	7.1.4	6.9.3	6.3.2	—	—	—	—	—	—	—	—
外板 塗化ガム		5.9.2	5.8.7	5.8.0	5.3.8	—	—	—	—	—	—	—	—
		5.9.0	6.5.9	6.4.2	6.3.7	—	—	—	—	—	—	—	—
		6.1.1	6.2.4	5.9.2	6.0.2	—	—	—	—	—	—	—	—
		2.9.0	3.0.6	2.7.9	3.1.8	—	—	—	—	—	—	—	—
ビニル		3.9.6	4.1.2	3.9.5	4.2.0	—	—	—	—	—	—	—	—
		2.9.0	2.1.7	3.0.4	3.0.0	—	—	—	—	—	—	—	—
		2.5.0	2.6.2	2.6.0	2.5.4	—	—	—	—	—	—	—	—
エボキシ		6.5.4	6.9.4	6.7.3	6.4.3	6.8.1	6.7.1	6.7.7	6.4.2	4.9.0	5.8.6	5.5.5	5.3.7
		6.3.9	6.5.6	6.4.7	6.2.6	6.6.9	6.8.1	6.5.6	6.3.2	4.9.0	5.5.6	5.2.5	5.0.7
コールタール・エボキシ		6.8.9	7.5.8	7.4.3	7.1.0	7.2.0	7.3.9	7.3.0	7.2.8	5.1.0	5.3.4	5.0.5	5.0.9
デッキ 油性		6.8.5	6.9.2	6.7.9	6.7.5	—	—	—	—	—	—	—	—
構部		6.1.1	6.9.0	6.6.8	6.4.8	—	—	—	—	—	—	—	—
上部		6.5.9	6.4.2	6.3.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 1.2.9(b) 非光化学反応溶剤含有塗料

上段 塗料社社測定値
下段 造船所測定値

単位 [%]

塗料 塗膜の 種類	乾燥の 条件	塗 料				主 剤				硬 化 剂				塗料番 号
		理論値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理論値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理論値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	
デッキ および 構 上 外 部	油 性	6.6.2	7.3.2	7.0.7	6.7.2	—	—	—	—	—	—	—	—	3.5
		6.8.2	6.6.4	6.4.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.6
		7.6.3	7.8.2	7.7.5	7.8.0	—	—	—	—	—	—	—	—	3.7
		6.8.0	6.9.4	6.8.0	6.7.0	—	—	—	—	—	—	—	—	3.8
		6.9.0	6.9.7	6.8.4	6.8.0	—	—	—	—	—	—	—	—	3.9
	エボキシ	6.5.2		6.6.4	6.5.2	6.7.2		6.8.1	6.6.7	4.7.0		5.0.5	4.6.9	
硬化ゴム	油 性	6.5.5		6.8.8	6.6.5	7.1.1		7.1.7	7.0.0	4.3.0		4.5.5	4.2.9	4.0
		5.3.0	5.5.7	5.3.0	4.9.5	—	—	—	—	—	—	—	—	4.1
		5.7.0	5.9.3	5.7.4	5.5.9	—	—	—	—	—	—	—	—	4.2
		5.6.6	6.3.2	6.4.3	5.9.6	—	—	—	—	—	—	—	—	4.3
	上構油	7.1.6	7.0.8	7.2.6	7.1.2	—	—	—	—	—	—	—	—	4.4
		7.4.3	7.6.2	7.5.0	7.3.3	—	—	—	—	—	—	—	—	4.5
上 構 部 内		7.4.3	7.8.7	7.7.2	7.6.2	—	—	—	—	—	—	—	—	4.6
		6.9.0	7.2.1	6.9.7	6.8.6	—	—	—	—	—	—	—	—	4.7

表 1.2.9(c) 非光化学反応溶剤含有塗料

上段 塗料会社測定値
下段 造船所測定値
単位 [%]

乾燥条件 塗料・樹脂の種類	塗 料				主 剤				硬 化 剂				塗料番号
	理論値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理論値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理論値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	
タンク コールタール・エボキシ	7.0.7	7.7.7	7.3.9	6.9.9	7.5.8	8.3.7	7.8.8	7.4.0	3.9.3	4.0.9	3.3.0	3.2.2	4.8
	7.0.0	7.8.1	7.1.9	6.8.4	7.3.2	—	7.4.7	6.9.9	4.7.0	—	4.9.8	4.6.7	4.9
コールタール・ウレタン	6.8.7	7.3.9	6.6.0	5.7.7	7.2.4	7.2.3	6.7.8	6.3.5	4.8.1	4.5.4	4.5.6	4.8.1	5.0
	7.1.3	7.5.2	7.1.7	6.7.9	7.7.9	7.8.0	7.2.6	7.0.4	4.5.0	5.1.9	5.1.2	5.4.5	5.1
エボキシ	6.9.1	7.5.2	7.3.6	7.1.5	7.1.0	7.5.6	7.3.3	7.1.6	5.2.3	6.3.5	4.9.0	4.6.1	5.2
	6.4.5	6.8.9	6.8.4	6.8.1	7.0.7	7.5.1	7.4.3	7.2.6	2.9.5	4.0.8	3.4.5	3.1.7	5.3
	6.3.5		6.4.4	6.2.6	6.9.2		6.9.5	6.7.9	4.0.5		4.2.9	4.0.4	5.4
	6.3.2		6.6.0	5.3.0	6.7.2		6.7.8	6.6.1	4.7.0		5.0.5	4.6.8	5.5

表1.2.1 0(a) 無溶剤塗料

上段 塗料会社測定値
下段 造船所測定値

	乾燥条件 塗料指の種類	塗 料						主 剤						硬 化 剤						塗料番号
		理論値	室温 16時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理論値	室温 16時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理論値	室温 16時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理論値	室温 16時間	60°C 24時間	110°C 3時間			
外板	A/C	100	92.8	89.5	85.5	100	85.5	80.8	78.0	100	89.7	65.9	62.0	56						
	T/S	100	92.8	89.6	85.3	100	93.6	87.5	86.4	100	89.7	65.9	62.0	57						
	コールタール・エボキシ	100	89.2	81.5	78.0	100	84.7	75.8	68.8	100	89.7	65.8	62.0	58						
	油性		96.2		96.2		—	—	—	—	—	—	—	59.						
	構造部外		99.5	—	99.4	97.9	99.4	—	99.4	98.5	100	—	96.1	95.2	60					
	上構油性		98.1	99.2	97.3	94.5	—	—	—	—	—	—	—	—	61					
	内		99.3	94.1	93.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
	下構油性		100	89.2	81.5	78.0	100	84.7	75.8	68.8	100	89.7	65.9	62.0	62					
	タンク		100	99.7	98.9	97.6		98.1	88.7	84.1		98.5	85.7	71.9	63					
	エボキシ		100	99.8	98.3	97.0		98.0	88.4	84.3		99.7	87.7	77.3	64					
上段 塗料会社測定値		100	99.1	97.9	93.2	100	95.0	93.2	85.8	100	85.1	99.4	97.4	65						
			99.9	96.8	93.1	100	99.0	97.2	89.5	100	90.0	75.8	78.4							
			100	94.1	88.5	86.1	87.9	86.3	86.3	100	100	93.9	88.4	66						
			100	97.5	95.0	90.0		88.1	75.5	74.1		70.9	73.1	60	67					
			89.9	82.2	78.6			99.5	99.0	100		94.3	69.0	68						
下段 造船所測定値		100	99.8	96.6	100															

表 1.2.1 0 (b) 無溶剤塗料

上段 塗料会社測定値
下段 造船所測定値
単位 (%)

塗料樹脂の種類	条件	塗 料				主 剤				硬 化 剤				塗料番号
		理論値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理論値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理論値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	
コーラルタール・ ワレタン	100	93.8	88.4	83.7	100	93.3	80.1	72.5	100	98.1	99.3	99.1	69	
	100	97.8	94.6	86.0	100	97.2	93.0	79.4	100	97.3	99.8	99.4	70	
エボキシ	100	92.8	89.5	85.5	100	84.5	80.8	78.0	100	89.7	65.9	62.0	71	
	100	90.0	99.6	98.8	100	99.0	99.0	92.7	100	99.8	96.9	90.0	72	
	100	98.0	94.0	89.8	100	94.6	90.6	83.3	100	115.9	100.6	97.4	73	
						82.7	78.8				85.6			

表1.2.11(a) 低溶剤塗料

上段 塗料会社測定値
下段 造船所測定値

外板	塗料樹脂の種類	塗 料				主 剤				硬 化 剂				塗料番号
		理論値	室温 168時間	60℃ 24時間	110℃ 3時間	理論値	室温 168時間	60℃ 24時間	110℃ 3時間	理論値	室温 168時間	60℃ 24時間	110℃ 3時間	
外板 塗化ゴム	A/C	7.2.6	7.4.4	7.1.7	7.5.8	-	-	-	-	-	-	-	-	7.4
	T/S	7.6.6	7.6.4	7.4.7	7.6.0	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5
エボキシ	A/C	9.1.0	8.9.8	8.6.3	8.4.5	9.5.2	8.4.1	7.8.1	7.2.6	7.7.3	7.2.0	6.5.0	5.7.5	7.6
	T/S	9.6.6	9.3.6	8.2.9	8.1.8	9.6.4	9.1.1	8.5.6	8.2.6	9.7.6	7.9.0	6.3.5	6.0.2	7.7
コールタール・エボキシ	A/C	8.9.2	8.5.5	8.1.0	7.8.8	9.0.8	7.9.5	7.2.8	7.0.1	8.0.0	7.3.6	6.2.9	5.9.8	7.8
	R/P	9.0.2	9.1.9	9.0.7	9.0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	7.9
デッキ 油性 構外	F/C	8.9.6	9.1.8	9.0.0	8.8.9	-	-	-	-	-	-	-	-	8.0
	R/P	8.6.3	8.4.1	8.3.2	8.6.5	-	-	-	-	-	-	-	-	8.1
	D/P	7.9.9	8.0.5	8.0.0	7.9.4	-	-	-	-	-	-	-	-	8.2
	F/C	8.2.4	8.0.2	7.9.4	7.9.1	-	-	-	-	-	-	-	-	8.3
塗化ゴム	R/P	7.5.0	7.8.8	7.8.0	7.6.7	-	-	-	-	-	-	-	-	8.4
	D/P	7.5.1	7.5.8	7.4.4	7.3.7	-	-	-	-	-	-	-	-	8.5
	R/P	7.0.9	-	8.2.7	7.0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	8.6

表 1.2.1.1(b) 低溶剤塗料

上段 塗料会社測定値
下段 造船所測定値
単位 [%]

塗料樹脂の種類	乾燥条件	塗 料						割 割	硬 化	剝	塗 料 番 号
		室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間	理論値	室温 168時間	60°C 24時間	110°C 3時間			
アキ および 構部 上 外	D/P	7.4.5	7.4.2	7.2.2	7.1.4	—	—	—	—	—	—
	F/C	6.7.0	7.0.8	6.5.6	6.7.6	—	—	—	—	—	—
	R/P	8.2.0	8.3.8	8.2.2	8.1.9	—	—	—	—	—	8.7
	D/P	8.2.0	8.3.8	8.2.2	8.1.9	8.4.8	8.3.7	8.3.9	—	—	—
	R/P	9.0.2	9.0.4	9.0.4	9.0.0	—	—	—	—	—	8.8
	D/P	9.0.8	—	9.0.8	9.0.5	9.1.0	—	9.1.0	—	—	—
	R/P	9.3.3	9.3.8	9.1.9	8.9.1	—	—	—	—	—	—
	F/C	8.7.9	9.0.9	8.9.7	8.8.4	—	—	—	—	—	—
	R/P	8.6.1	9.0.6	8.8.1	8.6.1	—	—	—	—	—	—
	D/P	8.9.2	8.5.5	8.1.0	7.8.8	9.0.8	7.9.5	7.2.8	7.0.1	8.0.0	7.3.6
構部 内	R/P	9.6.3	9.3.6	8.9.8	—	—	—	—	—	—	—
	F/C	8.7.2	9.0.3	8.7.1	8.3.6	8.8.9	8.8.2	8.5.7	8.1.9	7.7.3	6.7.5
	D/P	9.0.0	9.2.9	8.7.5	8.6.7	9.4.5	9.6.0	8.8.9	8.9.0	7.3.4	7.4.2
タンク コールタール・ エボキシ	R/P	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	F/C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	D/P	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 1.2.1.1(c) 低溶剤塗料

上段 塗料会社測定値
下段 造船所測定値

塗料樹脂の種類	乾燥条件	塗 料						主 剤						硬 化 剤						塗料番号
		理論値	室温 16時間	60°C 2時間	110°C 3時間															
タンク	コールタール・エボキシ	8.8.0	9.0.0	8.7.0	8.5.0	9.5.5	8.9.2	8.3.5	8.2.4	5.5	4.2.7	3.1.1	2.9.8	5.5	4.2.7	3.1.1	2.9.8	1.0.0		
	コールタール・ウレタン	8.9.0	8.8.3	8.4.4	8.1.1	8.8.2	8.3.4	7.6.3	6.5.0	1.0.0	9.8.1	9.9.3	9.9.1	5.1.0	5.5	5.1.0	5.1.0	1.0.1		
エボキシ	エボキシ	9.1.0	8.9.8	8.6.3	8.4.5	9.5.2	8.4.1	7.8.1	7.2.6	7.7.3	7.2.0	6.5.0	5.7.5	1.0.1	9.8.8	9.4.0	9.4.0	1.0.3		
	ウレタン	9.2.8	9.5.0	9.2.7	9.1.0	8.8.5	8.6.0	8.0.5	7.7.3	7.2.0	6.5.0	5.7.5	1.0.1	9.8.8	9.4.0	9.4.0	1.0.3			
ウレタン	ウレタン	9.0.2	9.0.4	8.9.7	8.9.0	9.0.0	9.0.5	8.9.8	8.9.8	9.1.0	8.6.5	5.2.0	1.0.5	9.0.2	9.0.2	9.0.2	1.0.5			
	エボキシ	9.0.8	9.0.8	9.0.5	9.1.0	9.1.0	9.1.0	9.0.5	9.0.5	9.0.0	8.6.6	5.3.6	1.0.6	9.0.8	9.0.8	9.0.8	1.0.6			
エボキシ	エボキシ	8.2.0	8.3.8	8.2.2	8.1.9	8.1.9	8.1.9	8.4.9	8.4.8	8.4.8	3.4.1	2.7.5	1.0.7	8.2.0	8.2.0	8.2.0	1.0.7			
	ウレタン	9.1.5	9.8.5	9.3.5	9.2.4	9.0.0	9.6.0	9.5.6	9.0.3	1.0.0	9.9.8	9.6.9	9.0.0	9.0.0	9.0.0	9.0.0	9.0.0	1.0.8		

表1.2.1 2(a) 低溶剤非光化性反応性溶剤含有塗料

上段 塗料会社測定値
下段 造船所測定値
単位 (%)

塗料の乾燥条件		塗 料						主 剤						硬化 剤						塗 料	
	塗料樹脂の種類	理論値	室温 16時間	60°C 24時間	110°C 3時間	塗料番号															
外板 塗化ゴム	A/C	72.5	73.9	70.8	74.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	109			
	T/S	71.8	73.3	71.7	73.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	110			
	A/C	91.0	93.1	87.9	86.5	95.2	90.5	85.7	84.9	77.3	71.2	61.0	57.7	—	—	—	—	111			
	Eボキシ	96.6	90.0	82.1	80.2	96.4	91.1	85.6	82.6	97.6	89.0	63.5	60.2	—	—	—	—	112			
	コールタールエボキシ	89.2	85.4	79.2	77.9	90.8	79.5	72.8	70.1	79.8	73.6	62.9	59.8	—	—	—	—	113			
	R/P	86.3	84.1	83.2	86.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	114			
	D/P	79.9	80.5	80.0	79.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	115			
	F/C	82.4	80.2	79.4	79.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	116			
	R/P	75.0	79.5	79.0	76.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	117			
	D/P	77.7	78.7	77.7	76.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	118			
デッキ油構上部外	R/P	71.5	72.6	70.7	69.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	119			
	D/P	70.6	73.4	71.3	69.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	120			
	F/C	66.6	68.6	66.1	65.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	121			

表 1.2.1 2(b) 低溶剂非光化学反応性溶剤含有塗料

上段 塗料会社測定値
下段 造船所測定値

		塗 料						主 剤						硬 化 剤			塗 料 番 号						
塗料樹脂の種類		乾燥条件		理論値		室温 16時間		60°C 24時間		110°C 3時間		60°C 24時間		110°C 3時間		理論値		室温 16時間		60°C 24時間		110°C 3時間	
		エボキシ	R/P	9.0.2	9.0.8	8.9.8	—	8.8.6	9.0.0	—	9.1.0	—	—	9.0.5	9.0.0	—	8.9.8	8.8.8	9.1.0	—	8.7.0	5.2.2	1.2.2
上構内油性	R/P	9.3.3	9.3.5	9.2.1	9.0.1	—	9.1.0	9.0.5	9.1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.2.3
	R/P	8.8.2	9.1.3	9.0.2	8.8.5	—	—	8.8.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.2.4
	F/C	8.6.8	9.1.0	8.9.0	8.6.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.2.5
	F/C	8.9.2	8.5.4	7.9.2	7.7.9	9.0.8	7.9.5	7.2.8	7.0.1	7.9.8	7.3.6	7.2.9	7.3.6	7.4.2	7.3.4	7.3.4	7.4.2	7.9.9	7.9.9	6.0.2	—	—	1.2.6
タンク	エボキシ	9.0.0	9.3.6	8.8.2	8.7.0	9.4.5	9.5.5	9.1.3	8.8.9	8.8.9	7.3.4	7.4.2	7.4.2	7.4.2	7.4.2	7.4.2	7.4.2	7.9.9	7.9.9	6.0.2	—	—	—
	エボキシ	8.8.0	8.9.0	8.7.8	8.6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	エボキシ	9.0.0	—	8.9.7	8.9.0	9.0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	エボキシ	9.1.0	9.3.1	8.7.9	8.6.5	9.5.2	9.0.5	8.5.7	8.4.9	7.9.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
コールタール・エボキシ	エボキシ	9.1.5	9.8.6	9.3.5	9.2.5	9.0.0	9.6.0	9.5.6	9.0.5	1.0.0	9.9.8	9.6.9	9.6.9	9.0.0	9.0.0	9.0.0	9.0.0	9.9.1	9.9.1	9.9.1	9.9.1	9.9.1	1.3.1
	エボキシ	9.0.2	—	8.9.8	8.8.6	9.0.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	エボキシ	9.0.8	—	9.0.8	9.0.5	9.1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	エボキシ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注) △は現在塗料開発中

1.3 非光化学反応性溶剤の調査

1.3.1 概要

炭化水素類の規制に関する対策の一環として非光化学反応性溶剤の調査を実施した。

調査は文献及び塗料溶剤の現状、非光化学反応性溶剤転換への可能性把握調査等に関するもので、したがって塗料メーカーの協力を得るため、日本造船研究協会加盟の10社を指定し、下記項目について回答を得た。

- 1) 現用溶剤の主購入先
- 2) 現用溶剤の種類、価格、使用量及びAr含有量
- 3) 非光化学反応性溶剤の使用予定、溶剤の種類と価格
- 4) 実用化のスケジュール
- 5) その他

なお、本調査によって得られた情報によって主要溶剤メーカー2~3社の非光化学反応性溶剤の開発状況を聴取した。

1.3.2 塗料溶剤の現状

塗料工業会S・48年度統計による塗料溶剤の炭化水素排出量は表1.3.1に示すもので、トルエン、混合溶剤、塩素化系の溶剤が大部分を占めている。

船舶用溶剤は全溶剤中の1.5%程度で、船舶用溶剤ではキシレン、トルエン、ミネラルスピリット及びアルコール系で殆んどを占めている。表中の光化学反応性評価基準(試案)によれば、キシレン、トルエン、セロソルブ等の反応性は高く、これら溶剤は船舶用として多量使用されている。

表1.3.2は塗料メーカー10社が現在使用中の種類等についてまとめたもので、脂肪族系炭化水素、芳香族系炭化水素、アルコール系、エステル系、及びグリコールエーテル系等に分類できる。ミネラルスピリット以外はトルエン、キシレンの価格指数よりもいずれも高い。

表1.3.3は船舶用塗料の用途別溶剤の組成の一例を示すが、工場内で広範囲に使用されているウォッシャープライマの溶剤濃度が最も高く、総体的に塗料中の溶剤は25~45%の範囲内にある。無機系シンクリチショッププライマ以外の塗料は光化学反応性が高いと称されている溶剤を含有している。

1.3.3 光化学反応性溶剤の指標

炭化水素と光化学スモッグ原因解明は各研究機関で種々の反応機構が発表されているが、ほぼ次の7つの代表的反応機構が考えられている。

- (1) $\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$
 - (2) $\text{NO}_2 + \xrightarrow{\text{h}\nu} \text{NO} + \text{O}$
 - (3) $\text{O}_2 + \text{O} \rightarrow \text{O}_3$
 - (4) $\text{R} + \text{O}_3 \rightarrow \text{R} \cdot$
 - (5) $\text{NO}_2 + \text{R} \cdot \rightarrow \text{PAN}, \text{PB}_2\text{N}$
 - (6) $\text{NO} + \text{O}_2 + \text{R} \cdot \rightarrow \text{PAN}, \text{PB}_2\text{N}$
 - (7) $\text{PH} + \text{O}_3, \text{O} \rightarrow \text{RCCHO}$
- (註) PAN (Peroxyacetyl Nitrate)
PB₂N (Peroxybenzoyl Nitrate)

炭化水素規制の代表的指標はロサンゼルス・ルール66で示され、本ルールにおいては、有機溶剤は稀釈剤及びシンナーを含み、標準状態で液体でありかつ溶解剤、粘度低減剤、または洗浄剤として使用される有機物質と定義されている。

本ルールにおいては光化学反応性溶剤とは、その総容積の20パーセントをこえる部分が下記に分類される化学的化合物の集まりからなる溶剤か、または溶剤の総容積に対して下記の個々の百分率組成限度のいずれかをこえる溶剤をいう。

- ① オレフィン型またはシクロオレフィン型の不飽和結合をもつ炭化水素、アルコール、アルデヒド、エステル、エーテルまたはケトンの組合せ：5%
- ② エチルベンゼンを除く1分子当たり8個以上の炭素原子をもつ芳香族化合物の組合せ：8%
- ③ エチルベンゼン、分鎖炭化水素構造をもつケトン、トリクロエチレン、またはトルエンの組合せ：20%

本ルールはその後1971年及び1972年などに改正され次第に後退しつつあるがこれをベースにした光化学反応性有機溶剤のランク付けがそれぞれの機関で発表されている。

日本の環境庁が発表した有機溶剤38物質のランク付けを表1.3.4に示す。上位にランクされているのはトルエン、キシレン、MIBK、ステレン等である。

NPVLA (National Paint, Varnish and Lacquer Association)がバッテル記念財団コロンバス研究所 (Battelle Memorial, Columbus Laboratories)と契約して有機被覆材物質の光化学スモッグ生成傾向について調査したランク付けは図1.3.1、1.3.2、1.3.3に示すようなもので、分級一覧表を表1.3.5に示す。

図1.3.1はオキシダント生成度ランキングで0～1.0 ppmにリストし高反応性(0.57～0.85)、中反応性(0.29～0.56)低反応性(0～0.28)に分類し、図1.3.2は眼刺激度ランキング0～400秒を、高反応性(0～60)、中反応性(61～160)、低反応性(161～360)に分類、図1.3.3はフォームアルデヒド生成度ランキンダ0～2.0 ppmを、高反応性(1.0～1.6)、中反応性(0.5～1.0)、低反応性(0～0.5)に分類している。

環境庁が発表した38物質のランク付けはNPVLAのランク付けと類似しているといわれており、塗料溶剤として使用量が多いトルエン、キシレン、MIBK等が光化学反応性が高い物質であるため炭化水素規制の動向に注目を要する。

光化学反応性溶剤に関する内外の文献をリストアップし、表1.3.6に示した。

1.3.4 塗料用溶剤の非光化学反応への転換について

(1) 非光化学反応性溶剤の現状

ロスアンゼルス。ルール66の規制は他の州にも影響を及ぼしており、米国NPVLAの調査によると、73年現在溶剤型塗料の30%が溶剤置換されたものといわれている。わが国では炭化水素規制対策よりは安全衛生対策の面から、低溶剤形塗料あるいは水系塗料の使用が近年増加の傾向にある。

表1.3.7はSRI65部会参加の塗料メーカー10社の現状を調べたもので、大部分のメーカーが何らかのかたちで非光化学反応性溶剤使用の塗料化を検討中であるが積極的でなく、炭化水素規制の動向を見守っている。溶剤メーカーは表1.3.7に16社がリストアップされており、非光化学反応性溶剤転換のベースになっているのはトルエン、キシレンの代替及びミネラルスピリットAr含有量の低減である。

これら非光化学反応性溶剤の価格指数はトルエン、キシレンの代替品で約3倍、現用ミネラルスピリットの代替品で1.5～2倍となっている。

(2) 非光化学反応性溶剤転換の問題点

塗料メーカー及び溶剤メーカーの意向はほぼ次のように集約できる。

- イ) 現用溶剤よりも価格が高くなり、トルエン、キシレン等の代替に相当するナフテン系溶剤は現行税法ではガソリン税の対象になる。
- ロ) 非光化学反応性溶剤として使用予定の溶剤は現用溶剤よりも樹脂に対する溶解力が不足するため極

性溶剤の使用量が増加するものと推定される。特に船舶での使用量が多い塩化ゴム系塗料の非反応性溶剤の開発は容易でない。

- ハ) 近い将来光化学反応性溶剤が何らかの形で規制を受けるものと考えられるが、規制の内容が明確でないため、供給面で支障を来たすものと考えられるが、溶剤メーカーが商業生産規模に到達するには最低2年以上を必要とするといわれている。
- ニ) 樹脂に対する溶解力を補足する極性溶剤の大部分は臭気の点で現場作業者の反感が予想される。安全衛生面との関係についても検討が必要である。
- ホ) 溶剤規制が全国レベルではなく、きわめて限定された地域だけで実施される段階では供給面、価格面でのアンバランスが生ずるであろう。

(3) 価格面での考察

問題点の大きな項目として溶剤価格があげられるが、水添装置を建設し芳香族をナフテンに転換すれば現用溶剤よりも高くなり、水添を行なわずにナフテン系原油を蒸留製造しても現行税法ではガソリン税が課税されて、いずれにしても高くなることは明確である。

溶剤置換による原材料コストアップ試算の一例をアクリル樹脂塗料について実施した結果を表1.3.8に示す。船舶用塗料にそのまま適用するには若干の問題はあるが、溶剤全体のコストアップは8.1%、塗料原材料のコストアップと比較すれば15%ほどのコストアップになると推定している。

表1.3.8 溶剤置換による原材料コストアップ試算

熱可塑性アクリル樹脂塗料

エッソ化学 小林氏
の試算による。

原 材 料	原 形			置 換 形		
	単 価	w t %	コス ト	単 価	w t %	コス ト
TiO ₂ (ルチン型)	338	1.0	33.8	338	1.0	33.8
アクリル樹脂	440	3.5	154.0	440	3.5	154.0
ソリッド小計		4.5	187.8		4.5	187.0
溶 剤						
M E K	152	3	4.6	152	9	13.7
M1BK	132	3	4.0	132		
酢酸ブチル	168	3	5.0	168	10	16.8
ブタノール	126	6	7.6	126	6	7.6
キシレン	51	40	20.4	51		
非反応性炭化水素溶剤						
A (150°C以下)				150	1.5	22.5
B (150°C以上)				100	1.5	15.0
溶剤小計		5.5	41.6		5.5	7.5.6
原材料合計	100	22.9.2		100	26.2.6	
	コストアップ率					
全溶剤コスト						8.1.7%
全原材料コスト						14.6%

注 1) 単価はすべて通産商化学工業統計月報、昭和50年8月現在における平均出荷価格に基づく。

2) 非反応性炭化水素の沸点150°C未満のものはガソリン税を含む(4.6円/Kg)

1.3.5 結び

塗料用溶剤の炭化水素規制対策として非光化学反応性溶剤について調査を行ない次のことがほぼわかった。

- (1) 炭化水素系溶剤の光化学反応性指標はほぼ確立されており、現用の塗料用溶剤で、該当する反応性の高い主な物質はトルエン、キシレン、Ar含有の高いミネラルスピリット及びメチルイソブチルケトン(MIBK)等があげられる。
- (2) これら光化学反応性の高い物質の代替品としては溶剤メーカー、塗料メーカー等で先どりした検討がなされているが、炭化水素規制の動向がはっきりしないため、実用化の見通しは現在のところない。
- (3) 規制が何らかの形で行なわれる場合、非光化学反応性溶剤の供給体制は間に合わず、商業ベースで生産が軌道にのるのには最低2年以上は必要といわれている。
- (4) 非光化学反応性溶剤へ転換する場合の溶剤価格は現用溶剤より高くなり、溶剤のみで2~3倍、塗料中溶剤コストで約80%程度のアップであろう。
- (5) 溶剤価格アップ防止対策として関係筋に対するガソリン税の税法改正接衝もその一つである。

以上

(参考文献)

- 炭化水素溶剤の規制と無公害溶剤の開発 「化学経済」 エッソ化学 小林氏
ロサンゼルス・ルール66 「アロマティックス」 第25巻第3号(1973)
NISSAN PAINT 環境規制関連情報 №4、№5 日本油脂株式会社
非光化学反応性溶剤の調査(アンケート結果) 三菱重工(株)長崎研究所
日本石油グループの低光化学反応性溶剤 日本石油(株)、日本石油化学(株)

表1.3.1 組成別、発生源炭化水素類排出総量 (S 48年度塗料工業会)

溶 剤	総 計 (トン)	船 舶 用		光化学反応性 (試案)
		計 (トン)	船舶用での%	
炭化水素系溶剤	トルエン	250,070	2,930	[3]
	キシレン	87,950	5,710	[1]
	ミネラルスピリット	91,230	4,580	[3]
	ソルベントナフサ	9,960	1,490	[3]
	混合溶剤	222,800	660	[2]~[3]
	その他	18,580	—	[4]
アルコール系	66,380	2,520	1.27	[4]~[5]
エステル系	85,900	60	0.3	[5]
ケトン系 (MIBK)	43,330 (21,320)	1,220 (940)	6.1 (4.7)	[5] [3]
エーテル系 (セロソルブ系)	24,950 (24,600)	620 (620)	3.1 (3.1)	[3] [2]
塩素化系	113,800	—	—	[4]~[5]
その他の	11,750	110	0.6	[4]~[5]
総 計	1,315,100	19,900	100.0%	

光化学反応性評価基準 (5段階評価)

- [1] 反応性の最も高いもの
- [2] " 高いもの
- [3] " 中程度のもの
- [4] " 低いもの
- [5] " 最も低いもの

表 1.3.2 現用溶剤の種類・価格・Ar 含有量など

種 別	商 品 名	Ar 含有率	価 格 指 数
脂肪族系炭化水素	ミネラルスピリット	20~30	71
	白 灯 油		
	h-Hexane		165
	混合溶剤	45~55	84
	ソルベントケロシンLA	30	67
	ペガゾール45	30	67
	ミネラルターベン	28	
芳香族系炭化水素	ソルベントナフサ		
	キシロール	99~100	100
	トルオール	99~100	100
	ソルベンツ 100	95~99	115
	150		155
	スワゾール #310	45~50	82
	ハイソルブMC		380
	SN-1号		120
	ソルベントK-73		127
	ナフサ1号	100	123
アルコール系	メタノール	0	101
	変性アルコール	0	
	i-ブロビルアルコール	0	187
	n-ブチルアルコール	0	305
	テキサノール	0	
	テトラビドロフリフロール アルコール	0	1200
	ダイアセトンアルコール	0	364
	エチルアルコール	0	265
	イソブチルアルコール	0	160
	醋酸メチル	0	200
エステル系	醋酸エチル	0	214
	醋酸ブチル	0	280
	セロソルブアセテート	0	462
	カーピトールアセテート	0	
	オキシトールアセテート	0	457

種 別	商 品 名	A r 含 有 率	価 格 指 数 *
ケ ト シ ン 系	メチルエチルケトン	0	2 6 0
	メチルイソブチルケトン	0	2 6 0
	シクロヘキサン	0	4 2 4
	アセトン	0	2 5 2
グリコールエーテル系	メチルセロソルブ	0	3 6 2
	エチルセロソルブ	0	3 6 7
	ブチルセロソルブ	0	3 7 3
	プロピレングリコール モノメチルエーテル	0	3 4 7
	オルソジクロルベンゼン	1 0 0	1 9 3
	ニトロ炭化水素		

* 価格指数 キシロール=100とした価格比 価格は高値で示した。

表 1.3.3 船舶用塗料の組成表（一例）

項 目 用 途	品 種 名	塗料中の組成例 (注)						溶 剤 中 の 組 成 例			
		顔 料 分	樹脂等分	溶 剂 分	トルエン	キ シ レン	混 合 溶 剂	ミネラル スピリット	アルコール系	エスチル系	ケ ト ン 系
S/P	ウォッシュ ブライマ	1.0	1.5	7.5	4.0			5.0		1.0	
"	シンクリッヂ (有機系)	6.5	1.0	2.5	4.0	1.5		2.0		2.0	5
"	シンクリッヂ (無機系)	6.5	1.0	2.5				9.0			1.0
"	ノンシンク	3.0	1.5	5.5	4.0	1.5		2.0		2.0	5
船底用 A/C	塩化ゴム系	3.5	2.5	4.0		9.0	1.0				
"	ビュア エボキシ系	2.5	3.0	4.5	3.5	2.5		1.0	5	2.0	1.0
"	タール エボキシ	1.5	5.0	3.5	1.0	5.0		1.0		2.0	5
船底用 A/F	塩化ゴム系	5.0	2.0	3.0		9.0	1.0				
"	ビニル系	5.5	1.5	3.0	3.0	3.0					
"	油 性 系	5.0	2.5	2.5	1.0						4.0
銷 止 用	アルキド樹脂系	4.5	2.0	3.5		2.0	2.0	6.0			
"	塩化ゴム系	4.0	2.5	3.5		9.0	1.0				
"	ビュア エボキシ系	3.5	2.5	4.0	3.5	2.5		1.0		2.0	1.0
土 上 用	アルキド樹脂系	3.0	3.0	4.0		2.0	2.0	6.0			
"	塩化ゴム系	2.5	3.5	4.0		9.0	1.0				
"	ビュア エボキシ系	2.5	3.0	4.5	3.5	2.5		1.0		2.0	1.0
タ ン ク コ ー ト	ビュア エボキシ系	3.0	2.5	4.5				1.0		2.0	1.0
"	タール エボキシ系	1.5	5.0	3.5	1.0	5.0		1.0	5	2.0	5
"	シンクリッヂ (無機系)	6.5	1.0	2.5				9.0			1.0
上記用途向塗料用 シ ン ナ ー											
ワ ッ シ ュ ブ ラ イ マ 用 シ ン ナ ー		1.00	4.0				6.0			1.0	1.0
シンクリッヂ (有機系) 用 シ ン ナ ー		1.00	6.0				2.0			1.0	1.0
シンクリッヂ (無機系) 用 シ ン ナ ー		1.00					9.0			1.0	
ノンシンク用 シ ン ナ ー		1.00	6.0				2.0			1.0	1.0
塩化ゴム用 シ ン ナ ー		1.00					9.0	1.0			
ビュア エボキシ用 シ ン ナ ー		1.00	4.0	2.0			1.5			1.5	1.0
タール エボキシ用 シ ン ナ ー		1.00	3.0	3.0			1.0	5	2.0	5	
ビニル用 シ ン ナ ー		1.00	3.0	3.0					4.0		
アルキド樹脂塗料用 シ ン ナ ー		1.00	2.0	8.0							

註 樹脂等分は樹脂・油脂・合成樹脂等の塗料中の不揮発分より顔料分を除いた物の百分率。

表 1.3.4 光化学反応性の評価 (環境庁)
(化学発光法)

化学工業日報 51-7-29

溶 剤	機 械 技 研			東京一千葉			米 国		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
アセトン	1	1	1	—	—	—	1	1	1
ベンゾール	1	1	1	1	1	—	1	1	1
クロル ベンゼン	1	1	1	—	—	—	—	—	—
シクロ ヘキサン	1	1	1	1	1	—	2	2	1
シクロ ヘキサン 80%	1	1	1	1	1	—	—	—	—
トルオール 20"	—	—	—	1	1	—	—	—	—
シクロ ヘキサン 60%	—	—	—	1	1	—	—	—	—
トルオール 40"	—	—	—	1	1	—	—	—	—
シクロ ヘキサン 40%	—	—	—	1	1	—	—	—	—
トルオール 60"	—	—	—	1	1	—	—	—	—
シクロ ヘキサン 20%	1	1	1	1	1	—	—	—	—
トルオール 60"	—	—	—	—	—	—	—	—	—
シクロ ヘキサン	1	1	1	—	—	—	1	1	1
2-エトキシ エタノール	3	3	2	2	3	—	2	3	1
エチル アセテート	1	1	1	1	1	—	—	—	—
エチル アルコール	1	1	1	—	—	—	—	—	—
イソ アミル アルコール	1	2	2	—	—	—	—	—	—
イソ プロピル アルコール	1	1	1	1	1	—	1	1	1
J P I A 2号	3	3	1	3	3	—	—	—	—
J P I A 4号	3	3	1	3	3	—	—	—	—
m-キシレン	3	3	1	3	3	—	3	2	1
ミネラル スピリット	3	3	1	—	—	—	—	—	—
混合キシレン	3	3	1	—	—	—	—	—	—
メチル アセテート	1	1	1	—	—	—	—	—	—
メチル アルコール	1	1	1	—	—	—	—	—	—
メチル エチル ケトン	1	1	1	—	—	—	—	—	—
メチル イソブチル ケトン	2	2	2	2	2	—	3	2	2
n-メチル スチレン	3	2	3	—	—	—	3	3	3
n-ブチル アセテート	1	1	1	1	1	—	—	—	—
n-ブチル アルコール	1	1	1	1	2	—	—	—	—
n-ヘンゼン	1	1	1	1	1	—	—	—	—
n-ヘキサン	—	—	—	—	—	—	—	—	—
o-ジクロルベンゼン	2	1	1	—	—	—	—	—	—
o-キシロール	—	—	—	—	—	—	—	—	—
フェノール	—	—	—	—	—	—	—	—	—
α-ピネン	3	3	1	—	—	—	—	—	—
プロピレン	3	3	3	3	3	—	—	—	—
スチレン	3	1	3	2	1	—	2	2	2
テトラ クロロエチレン	1	1	1	1	1	—	—	—	—
トルオール	2	2	1	1	2	—	3	2	1
トリクロロ エチレン	2	1	1	1	1	—	—	—	—
トリメチル ベンゼン	3	3	2	3	3	—	3	3	3

注：東京一千葉は東京都公害研究所と千葉公害研究所の共同研究

A = NO₂ + Max B = O₃, Max C = HCHO

米国は Battelle Memorial Institute (評点1→3: 反応性が高くなる)

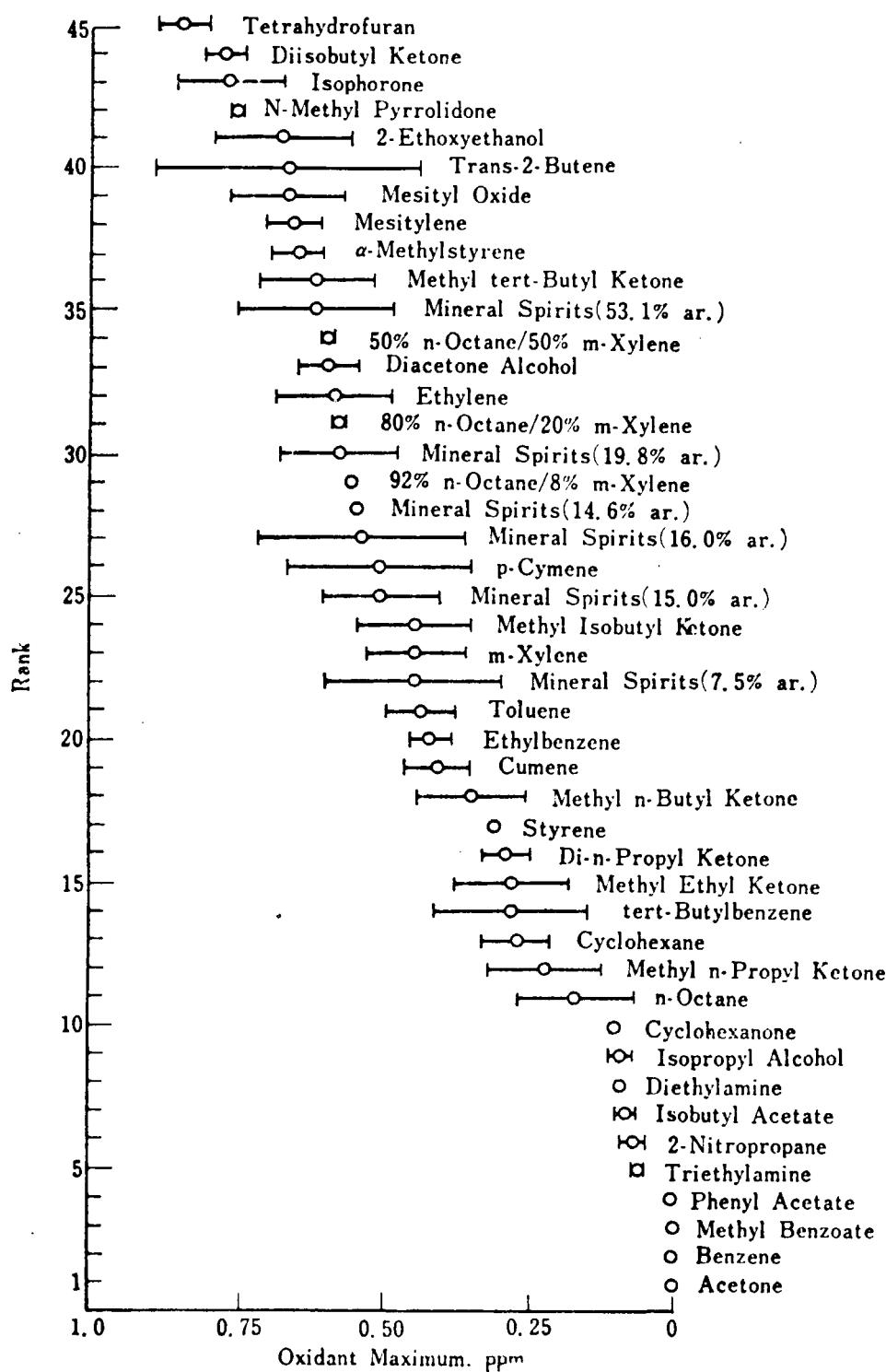


図 1.3.1 オキシダント生成度ランギング

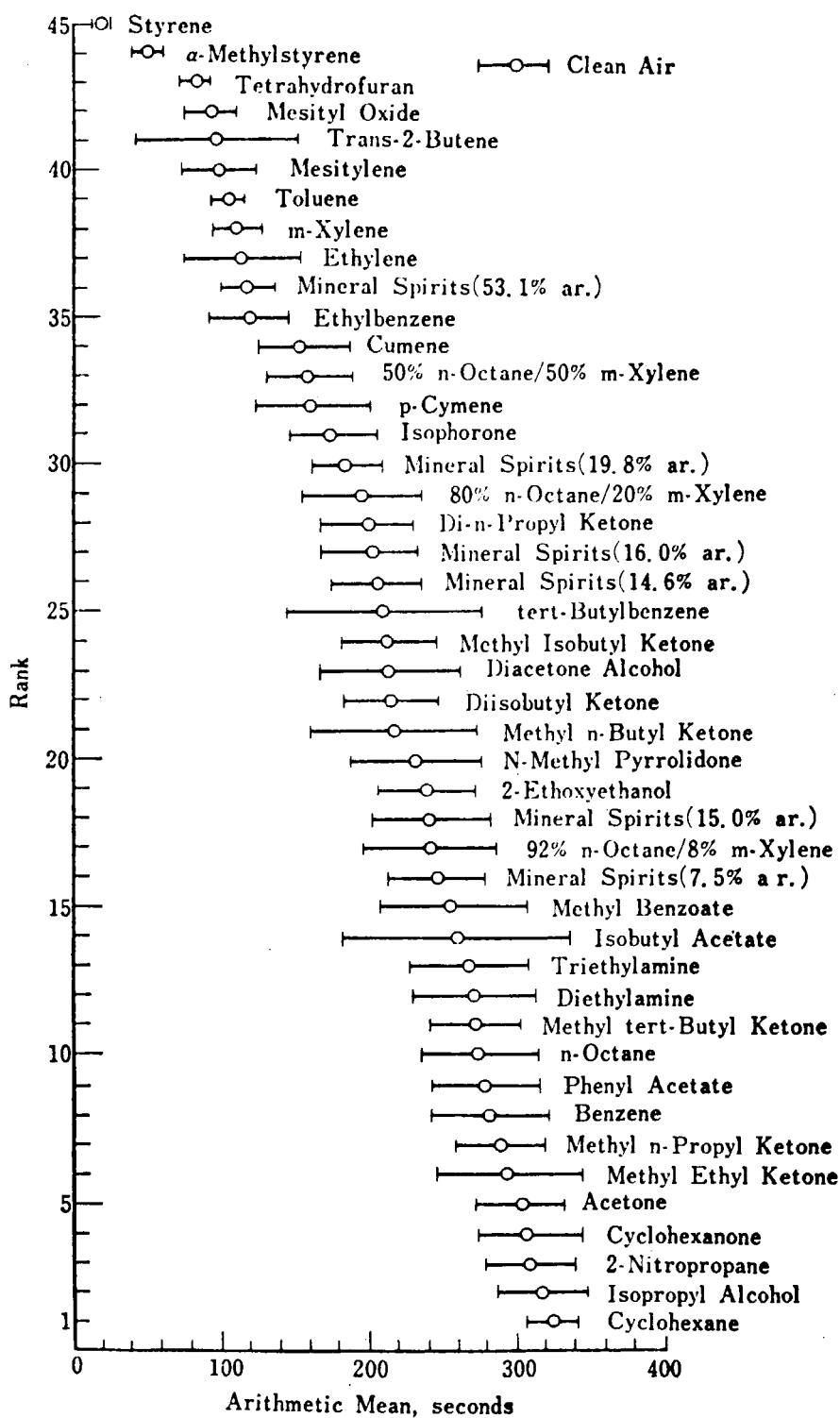


図 1.3.2 眼刺戻度ランキング

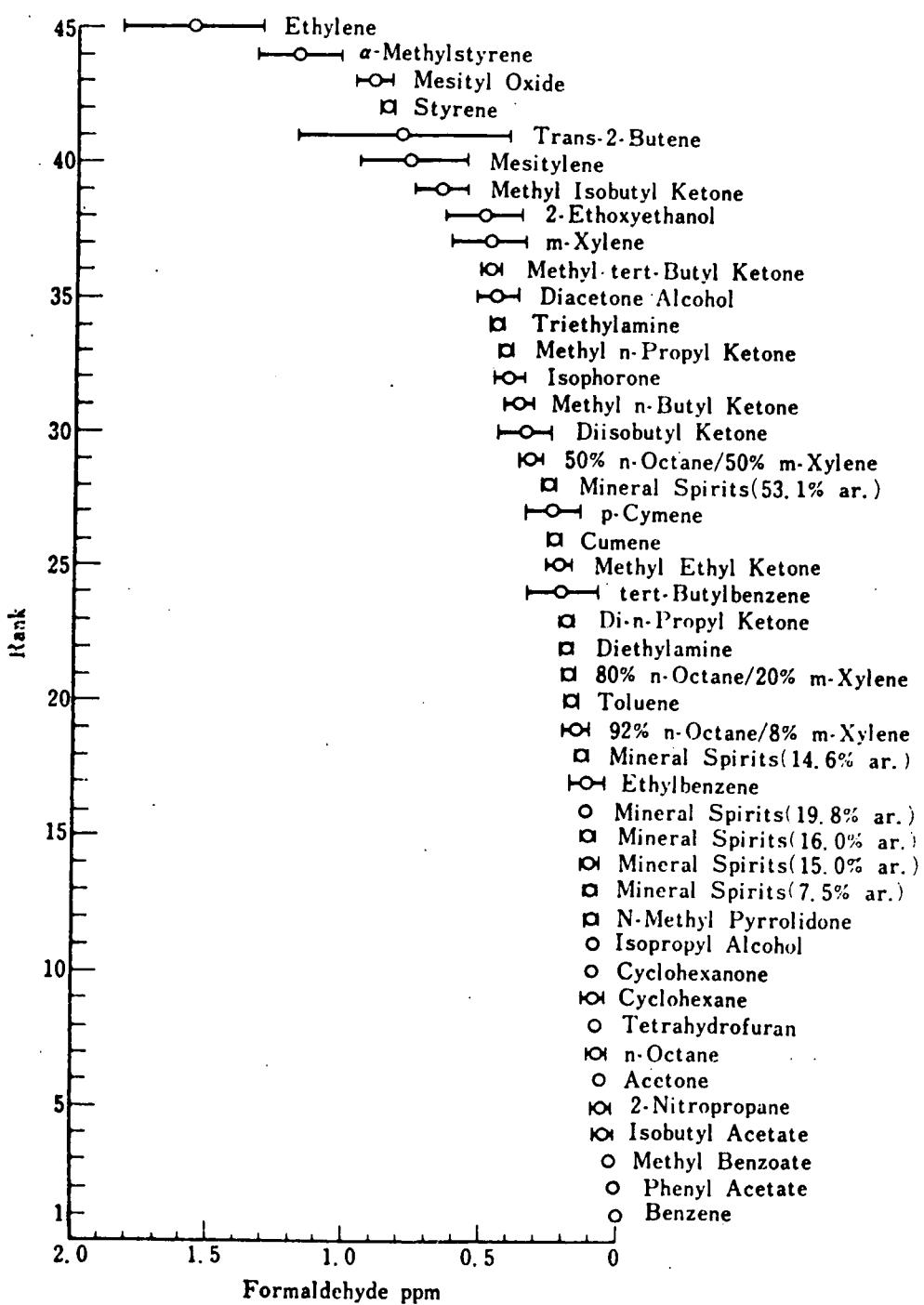


図 1.3.3 フォルムアルデヒド生成度ランキング

表 1.3.5 分級一覽表

Solvents	Category					Averaged Rating
	NO ₂ t-Max	Oxidant Max	Eye Response	Formaldehyde		
Acetone	1	1	1	1	1	1
Benzene	1	1	1	1	1	1
trans-2-Butene	3	3	2	2	2.5	
tert-Butylbenzene	2	1	1	1	1.2	
Cumene	2	2	2	1	1.7	
Cyclohexane	2	1	1	1	1.2	
Cyclohexanone	1	1	1	1	1	
p-Cymene	3	2	1	1	1.7	
Diacetone alcohol	2	3	1	1	1.7	
Diethylcarbam	1	1	1	1	1	
Diisobutyl ketone	2	3	1	1	1.7	
Di-n-propyl ketone	2	2	1	1	1.5	
2-Ethoxyethanol	2	3	1	1	1.7	
Ethylbenzene	2	2	2	1	1.7	
Ethylene	3	3	2	3	2.7	
Isobutyl acetate	1	1	1	1	1	
Isophorone	2	3	1	1	1.7	
Isopropyl alcohol	1	1	1	1	1	
Mesitylene	3	3	2	2	2.5	
Mesityl oxide	3	3	2	2	2.5	
Methyl benzoate	1	1	1	1	1	
Methyl tert-butyl ketone	3	3	1	1	2	
Methyl isobutyl ketone	2	2	1	2	1.7	
Methyl neobutyl ketone	2	2	1	1	1.5	
Methyl ethyl ketone	2	1	1	1	1.2	
Methyl n-propyl ketone	1	1	1	1	1.0	
N-Methyl pyrrolidone	2	3	1	1	1.7	
α -Methylstyrene	3	3	3	3	3	
Mineral spirits (7.5% wt.)	2	2	1	1	1.5	
Mineral spirits (14.6% wt.)	2	2	1	1	1.5	
Mineral spirits (15.0% wt.)	2	2	1	1	1.5	
Mineral spirits (16.0% wt.)	2	2	1	1	1.5	
Mineral spirits (19.8% wt.)	2	3	1	1	1.7	
Mineral spirits (53.1% wt.)	3	3	2	1	2.2	
2-Nitropropane	1	1	1	1	1	
n-Octane	1	1	1	1	1	
92% n-Octane/8% m-Xylene	2	2	1	1	1.5	
80% n-Octane/20% m-Xylene	2	3	1	1	1.7	
50% n-Octane/50% m-Xylene	3	3	2	1	2.2	
Phenyl acetate	1	1	1	1	1	
Styrene	2	2	3	2	2.2	
Tetrahydrofuran	2	3	2	1	2	
Toluene	2	2	2	1	1.7	
Triethylamine	1	1	1	1	1	
m-Xylene	3	2	2	1	2	

表 1.3.6 光化学反応性溶剤に関する文献

資料 No.	題 名
6	ORGANIC PHOTOCHEMISTRY SIMULATED ATOMOSPHERIC PHOTODECOMPOSITION PATES OF METHYLENE CHLORIDE, 1, 1, 1-TRICHLOROETHANE, TRICHLOROETHYLENE, TETRACHLOROETHYLENE, AND OTHER COMPOUNDS. ENVIRON SCI TECHNOL VOL. 10 No.4 PAGE 351-356 (76)
25	光化学大気汚染中の反応のモデル化とその素反応論的基礎 KISHO KENKYU NOTE No.127 PAGE 359-363 (76)
26	PROPOSED CALIF. RECLASSIFICATION OF ORGANIC COMPOUNDS BY PHOTOCHEMICAL REACTIVITY. WEST PAINT REV VOL. 62 No.3 PAGE. 16A-17A (76)
86	HYDROCARBON INVOLVEMENT IN PHOTOCHEMICAL SMOG FORMATION IN LOS ANGELES ATMOSPHERE. ENVIRON SCI TECHNOL VOL. 10 No.3 PAGE. 256-262 (76)
102	ATMOSPHERIC FORMATION OF CARBON TETRACHLORIDE FROM TETRACHLOROETHYLENE. ENVIRON LETT VOL. 10 No.3 PAGE. 253-256 (75)
142	THE PHOTOREACTION OF SULFUR DIOXIDE WITH HYDROCARBONS. II. CHEMICAL AND PHYSICAL ASPECTS OF THE FORMATION OF AEROSOLS WITH BUTANE TNT J CHEM KINET VOL. 7 No. SUPPL PAGE. 611-627 (75)
156	STUDIES ON PHOTOCHEMISTRY OF AROMATIC HYDROCARBONS. II. FORMATION OF NITROPHENOLS BY THE PHOTOCHEMICAL REACTION OF TOLUENE IN THE PRESENCE OF NITROPHENOLS IN RAIN. CHEMOSPHERE VOL. 5 No.1 PAGE. 25-30 (76)

資料Noは日本科学技術情報センタのNo

資料 No	題 名
197	A SIMULATION EXPERIMENT OF PHOTOCHEMICAL REACTIONS IN THE MESOSPHERE. J GEOMAGN GEOELECTR VOL. 27 No6 PAGE. 471-484 (75)
218	PHOTOSUBSTITUTION REACTION OF AROMATIC COMPOUNDS. PURE APPL CHEM VOL. 41 No4 PAGE. 433-453 (75)
257	METHOXYL RADICAL REACTIONS IN ATMOSPHERIC CHEMISTRY. ENVIRON SCI THCHNOL VOL. 9 No12 PAGE. 1048-1053 (75)
262	ATMOSPHERIC OXIDATION OF CHLORINATED ETHYLENES. ENVIRON SCI THCHNOL VOL. 10 No1 PAGE. 58-67 (76)
346	窒素酸化物共存下の芳香族炭化水素の光化学反応によるグリオキサール類の生成 KANAGAWA KEN TAIKI OSEN CHOSA KENKYU HOKOKU No.17 PAGE. 145-149 (75)
426	REACTIVITY OF POLYNUCLEAR AROMATIC HYDROCARBONS WITH O ₂ AND NO IN THE PRESENCE OF LIGHT. P B REP NoPB 238 294 PAGE. 35P (73)
479	炭化水素の光化学反応性調査について TOKYO-TO KOGAI KENKYUJO NENPO VOL. 6 PAGE. 32-42 (75)
534	窒素酸化物と炭化水素の光化学反応メカニズム PPM : KOGAI TAISAKU TO GIJUTSU KAIHATSU VOL. 6 No.8 PAGE. 89-98 (75)
536	光化学大気汚染から見た炭化水素対策の現状と問題点 PPM : KOGAI TAISAKU TO GIJUTSU KAIHATSU VOL. 6 No.8 PAGE. 69-78

資料 No.	題名
562	EFFECT OF CARBON MONOXIDE ON ATMOSPHERIC PHOTOOXIDATION OF NITRIC OXIDE-HYDROCARBON MIXTURES. ENVIRON SCI TECHNOL VOL. 9 No.9 PAGE. 347-353 (75)
567	STUDIES ON PHOTOCHEMISTRY OF AROMATIC HYDROCARBONS. II. THE FORMATION OF NITROPHENOLS AND NITROBENZENE BY THE PHOTOCHEMICAL REACTION OF BENZENE IN THE PRESENCE OF NITROGEN MONOXIDE. CHEMOSPHERE VOL. No.2 PAGE. 77-82 (75)
589	FORMATION OF PHOTOCHEMICAL AEROSOL FROM HYDROCARBONS—CHEMICAL REACTIVITY AND PRODUCTS. ENVIRON SCI TECHNOL VOL. 9 No.6 PAGE. 568-576 (75)
631	FACTOR AFFECTING REACTIONS IN SMOG CHAMBERS PAP AIR POLLUT CONTROL ASSOC No.74-246 PAGE. 27P (74)
669	MECHANISMS OF PHOTOCHEMICAL AIR POLLUTION. ANGEW CHEM VOL. 14 No.1 PAGE. 1-15 (75)
673	PHOTOCHEMICAL REACTIONS IN A DUAL OUTDOOR SMOG CHAMBER. PREPR PAP AM CHEM SOC NATL MEET DIV ENVIRON CHEM VOL. 14 No.1 PAGE. 295-297 (74)
759	GAS PHASE KINETIC STUDY OF RELATIVE RATES OF REACTION OF SELECTED AROMATIC COMPOUNDS WITH HYDROXYL RADICALS IN AN ENVIRONMENTAL CHAMBER ENVIRON SCI TECHNOL VOL. 9 No.3 PAGE. 237-241 (75)
777	THE FORMATION OF GLYOXALS BY THE PHOTOCHEMICAL REACTION OF AROMATIC HYDROCARBONS IN THE PRESENCE OF NITROGEN MONOXIDE. CHEMOSPHERE VOL. 3 No.5 PAGE. 247-253 (74)

資料 No.	題 名
820	PHOTOCHEMICAL REACTONS IN SULFUR DIOXIDE-LOWER HYDROCARBONOXYGEN SYSTEMS IN A NITROGEN ATMOSPHERE CHEMOSPHERE PAGE. 47-54 (75)
915	大気化学反応研究の最近の進歩と問題点 SO ₂ 炭化水素系の反応 TAIKI OSEN KENKYU VOL. 9 No.2 PAGE. 95-104 (74)
916	大気化学反応研究の最近の進歩と問題点 NOX 炭化水素系の反応 TAIKI OSEN KENKYU VOL. 9 No.2 PAGE. 91-94 (74)
938	THE PHOTOCHEMICAL REACTION OF A SULPHUR DIOXIDE-HYDROCARBON-OXYGEN SYSTEM INT CLEAN AIR CONGR PAGE. C110-C112 (73)
990	PHOTOCHEMICAL SMOG AND THE ATMOSPHERIC REACTIONS OF SOLVENTS ADV CHEM SER No.124 PAGE. 95-112 (73)
991	光化学スモッグに関する有機溶剤 KIKAIKEN NYUSU No.9 PAGE. 1-3 (74)

表 1.3.7 非光化学性溶剤（使用予定、検討中）の種類

溶剤メーカー	商 品 名	成 分	A _r 含有量	代替該当溶剤	価格指数	備 考
エッソ石油	Esso-Naphtha No.3		6 vol %			2社
	Isopar-G.-H.-K.-L	イソパラフィン系 C ₁₀ +C _{10~12}	0.2			2社
	Varsol #5, #18		9.5, 5.7			1社
	Esso-Rubber Solvent		7.8	ミネラルスピリット	140	1社
エッソ化学	EMS-2018			"		1社
出光石油化学	IP-1620	イソパラフィン系 (オレフィン3%)	0.5	"	170	2社 IP-1620 のほか IP-1016, IP-2028 あり
化成水島	ソルベントAP	C ₉ ナフテン系	0			1社
三菱化成	CS- ⁷ N,-140,-160,-180	ナフテン, パラフィン系	0			2社
	メチルシクロヘキサン	CH ₃	0			1社
	i-酢酸イソブチル		0			1社
	NS-120, 140	NS-120 C ₂ H ₅ (40~50) (CH ₃) ₂ (50~60) NS-140 (CH ₃) ₂ (CH ₃) ₂ (30~40) C ₂ H ₅ (60~70)	<1~2	トルオールキシロール	2社 このほかNS-100 机上サンブル程度	
三井石油	PS-110-160		4.4, 8.0	"		1社 PS 160 は企業化困難
	SP-180			"		1社
	スーザール No.100, 150, 1500, 1800		>75, >50, 98, 99	"		1社
	メチルシクロヘキサン	CH ₃	0	"		2社 } 5~10 t/d
丸善石油	エチルシクロヘキサン	C ₂ H ₅	0	"	250	3社
	スワゾール N-1000, -1500	ナフラン・パラフィン系 C ₉ , C ₁₀	0.2, 1.1	"		2社
	Pegasol-3040, -AN-45		0			1社
日本石油	ドライソルベント	ミネラルスピリット	8.2			2社
	ゼロソルベント SL L	n-パラフィン系	0			1社
	ニューソルベント LA (LAソルベント)		8	ミネラルスピリット	90	3社 市販中
	軽質溶剤					1社
	メチルシクロヘキサン	CH ₃	0			1社
	ジメチルシクロヘキサン	(CH ₃) ₂	0			2社
	CY-9, 10					1社
	ナフテゾール 100, 200, 150, 170		0	トルオールキシロール	305	2社 30 T/m #150 は価格指数 360
	大阪有機合成	ジ酢酸エチレングリコールエステル	0			1社
	酢酸エチレングリコールエステル		0			1社
フィリップ石油	ジ酢酸ジエチレングリコールエステル		0			1社
	Soltrol R.50, 100, 130					1社

溶剤メーカー	商品名	成 分	Ar 含有量	代替該当溶剤	価格指数	備考
シェル化学 (シェル石油)	Tolusol-5-10-19-25	パラフィン系	1.5	トルオール	305	4社
	Super VM.& PM, VM&P	ナフテン・パラフィン系	11.8	キシロール	350	5社
	" VM.& PMEC	"				1社
	Shell sol 340, 140, 71	ナフテンパラフィン/ ^{#71} パラフィン	3~4	トルオール, キシロール	220	5社
	S B P X - 6					1社
	HAWS					1社
	Shell Sol A, AB					1社
	ミネラルスピリット Ec, 145 EC					2社
昭和石油	無公害溶剤 No.1	ナフテン系(63%)	0			1社 試作品
	ナフゾール1号, 2号		0			1社
昭和電工	TSN-0007-1-2	混合溶剤の水添	6.8, 0, 0	トルオール, キシロール		1社 机上サンプル程度
三菱油化	NAD	アルコール系				1社 試作品

註1 価格指数 キシロール価格を100として示す

註2 備考欄中 n社は検討中のアンケート回答会社数

実用化スケジュール

- A社： 昭和52年を目指す。
- B〃： 溶剤メーカーは塗料メーカーの出方を打診中で認められない。
- C〃： 新規溶剤に変える予定なし。
- D〃： 外板用塩ゴム系を除き1年以内に試験塗装が可能、塩ゴム系は1年以上を要す。
- E〃： 実験室検討終了、実用化テストに移行中 S R - 165 のスケジュールに合わせて進展させる。
- F〃： 現在検討中であるが相当高価になり実用化時期不明。
- G〃： S R 165 のスケジュールに従って開発研究をするが、実用化は供給体制次第。
- H〃： 溶剤メーカーの動静つかめず未定、規制問題、造船所の要望が具体的になつた時点できめる。
- I〃： 実用化の問題を集約し、要望に適合するよう計画する。
- J〃： 即転換は可能だが、規制のあやふやさ、コストアップの影響、塗料溶剤の住民への影響等外的要因多くスケジュール立たず。

1.4 塗料溶剤の光化学反応性の調査

塗料溶剤の光化学反応性について調査を進める。

1.4.1 供試溶剤

供試溶剤および光化学反応実験条件を表1.4.1に示す。

表 1.4.1 供試溶剤および光化学反応実験条件

	適用塗料	供試溶剤	光化学反応実験
1	—	イソプロピルアルコール	供試溶剤 $40\mu\ell$ + $\text{NO}_1 81\text{ppm} + \text{N}_2 100\text{mmAg}$ + 空気 30ml 全量 1ℓ ↓ 紫外線 2時間照射 又は 4時間照射
2	—	キシレン	
3	—	MIBK	
4	—	トルエン	
5	—	酢酸エチル	
6	油性	ミネラルスピリット 100%	
7	塩化ゴム	キシレン 50%	
		ソルベツ 50%	
8	エポキシおよび(a) コールタールエポキシ	キシレン 60% ブタノール 35% エチルセルソルブ 5%	
9	同上(b)	トルエン 60% イソプロピルアルコール 30% 酢酸エチル 10%	
10	ウレタンおよび(a) コールタールウレタン	キシレン 60% 酢酸ブチル 40%	
11	同上(b)	キシレン 50% セロソルブアセテート 30% MIBK 10% 酢酸ブチル 10%	
12	S/P	トルエン 60% MEK 30% イソプロピルアルコール 10%	
13	—	MEK	

1.4.2 調査方法

油回転真空ポンプにより 1 ℥ のバイレックスガラス製ガス捕集瓶を真空にした後、供試溶剤をマイクロシリンジで $40 \mu \ell$ 注入する。その後 NO ガス ($\text{NO} = 181 \text{ ppm}$ + 残部 N_2) を図 1.4.1 に示す方法で 100 mmHg 入れる。さらに注射器で空気を $3.0 \text{ m}\ell$ 添加する。以上の操作終了後ガス捕集瓶をキセノンランプ光源紫外線照射装置に入れ、2 時間あるいは 4 時間照射する。光化学反応性については、紫外線照射前後にガスクロマトグラフィにより光化学反応の有無を、オキシダント計によりオキシダント濃度を調査する。なお表 1.4.2 にガスクロマトグラフィの操作条件を、図 1.4.2 に紫外線照射装置を、図 1.4.3 にオキシダント計を示す。

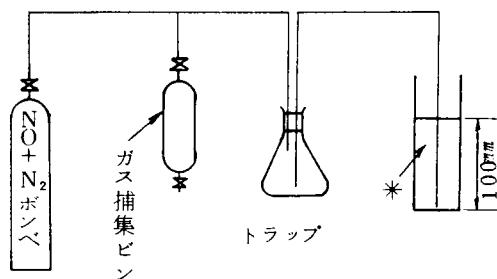


図 1.4.1 NO ガス注入方法

表 1.4.2 ガスクロマトグラフィ操作条件

ガスクロマトグラフィ型式	GC-6AM (鳥津製作所製)
サンプル	ガス $1.0 \text{ m}\ell$
カラム長さ	3 m
カラム槽温度	120°C
充填剤	PEG 20M Porapak Q (参照側)
キャリアガス キャリアガス入口圧	He $6 \text{ Kg/cm}^2 \text{ G}$
H ₂ 流量 空気流量	3.0 ml/min 0.8 l/min
検出器	FID

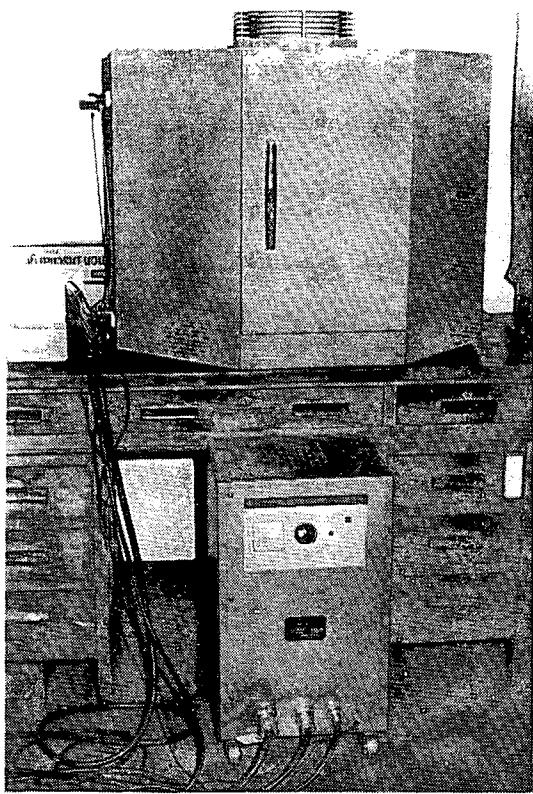


図 1.4.2 紫外線照射装置
(杉山元製)

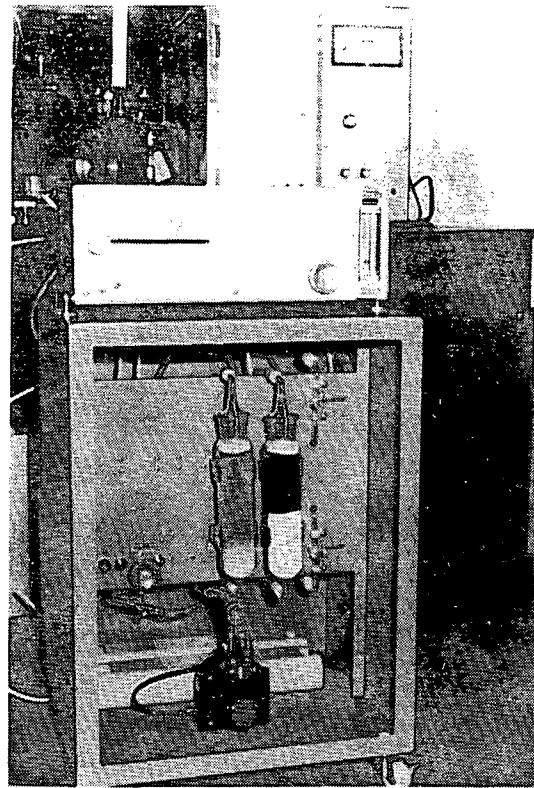


図 1.4.3 オキシダント計
(京都電子製 OX-15型)

1.4.3 調査結果

(1) 光化学反応性条件の検討

炭化水素の光化学反応性条件決定のためトルエンを用いたトルエンの量および紫外線照射時間を変え、トルエンの光化学反応の起り易さを調べた。その結果を図 1.4.4(a)～図 1.4.4(c)に示す。トルエンの量はガス捕集ビン 1 ℥ 中 4.0 μ ℥ 入れた場合で紫外線は 4 時間照射すれば、光化学反応分解物質をガスクロマトグラフィで分解出来ることが判明した。

そこで各種炭化水素の光化学反応条件は紫外線照射 4 時間で行なった。

(2) 各種炭化水素の光化学反応性

各種炭化水素の光化学反応性をガスクロにより光化学反応の有無を、オキシダント計によりオキシダント濃度を測定した。

その結果を、光化学反応性に差がありオキシダント発生量にも差があるが光化学反応した物質が全てオキシダント物質になるとは限らなかった。さらにこの問題については実験条件、実験の再現性等をさらに検討し、光化学反応性の難易については昭和 52 年度に報告する。

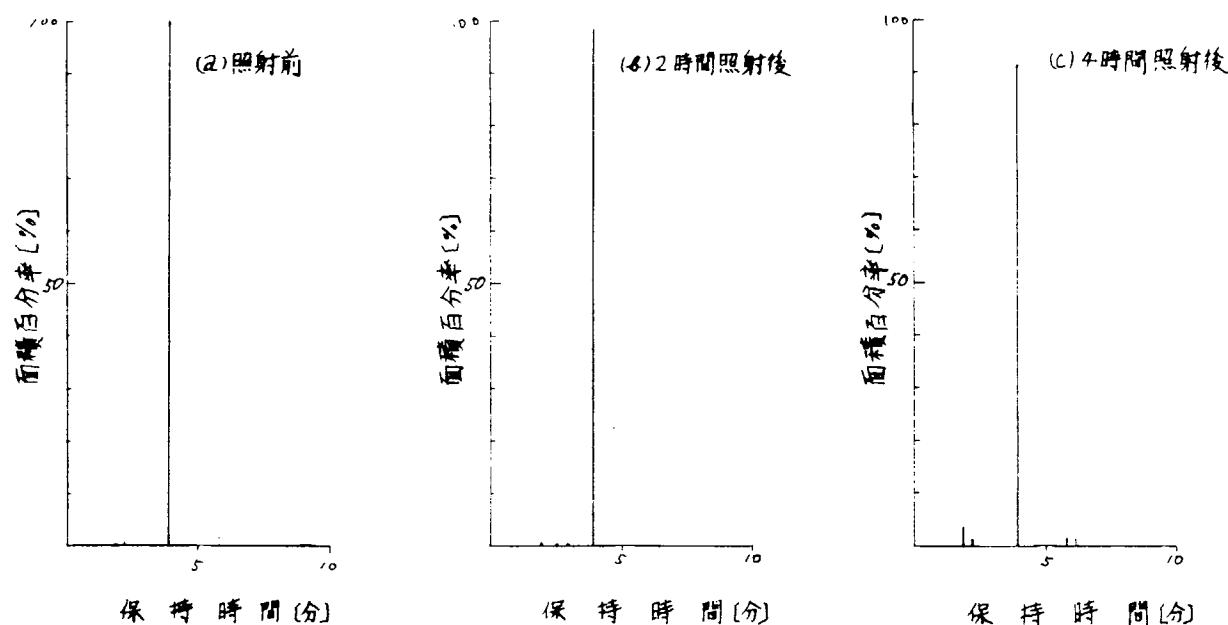


図 1.4.4(a) トルエン ($20 \mu\ell$) の光化学反応性

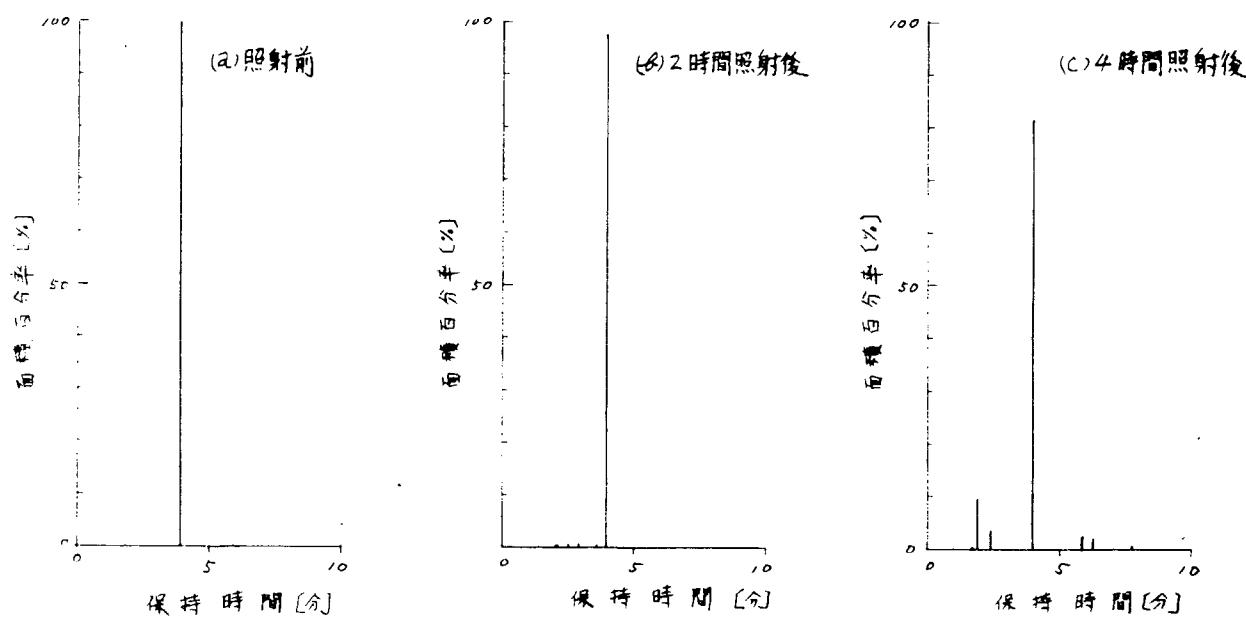


図 1.4.4(b) トルエン ($40 \mu\ell$) の光化学反応性

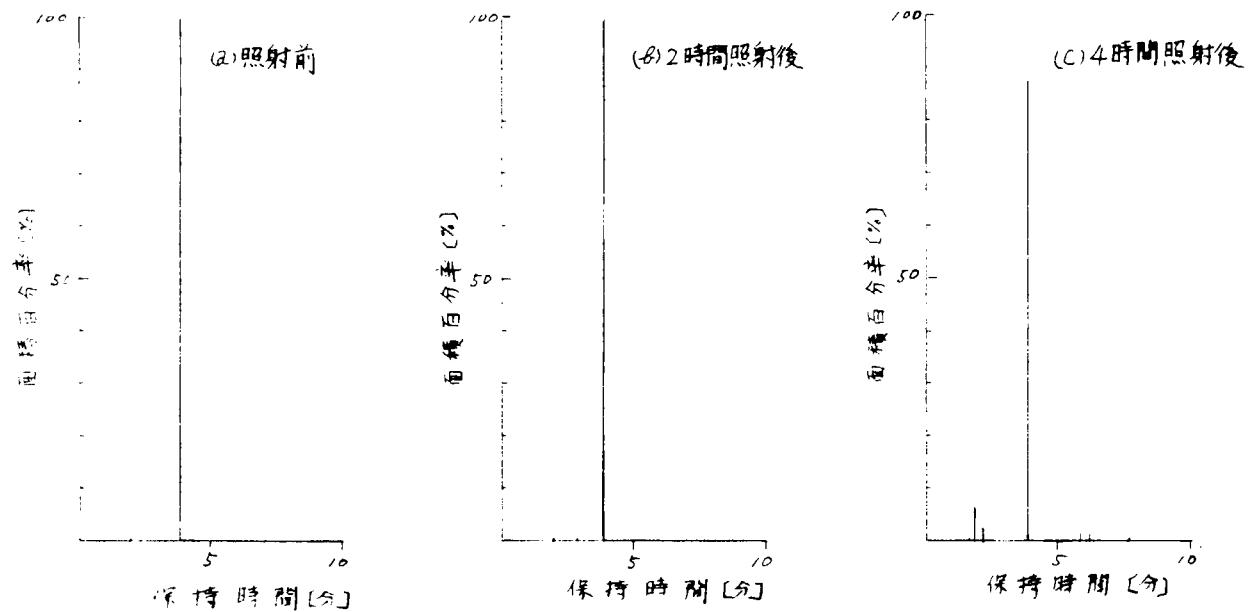


図 1.4.4(c) トルエン ($60 \mu\text{l}$) の光化学反応性

1.5 炭化水素系物質の規制に関する調査

1.5.1 概 要

ここ数年来、東京や大阪など大都市をはじめ、かなり広範囲な地域において、光化学スモッグ（光化学大気汚染）による被害が続出している。この光化学スモッグの発生機構については、最近かなり解明されがきており、定性的には大気中に排出された窒素酸化物（NO_x）と炭化水素系物質が太陽の紫外線の存在下である種の化学反応をし、その結果、光化学オキシダントなどを生成して、生物に悪影響するといわれている。

この光化学大気汚染の主要な原因物質である炭化水素類の発生源については、環境庁が行なった「炭化水素発生源対策調査委員会報告」に詳しく述べられており、炭化水素発生源としては自動車の排ガス、石油工場、ガソリンスタンド、クリーニング業のほか、塗料製造、塗装作業などがあげられる。またこの報告によると炭化水素の総排出量のうち、塗料関係から排出される炭化水素類（有機溶剤）は全体の47.4%もしめている。その中で造船用塗料溶剤はわずか2万トン（総排出量の1.5%）足らずではあるが、大気汚染防止の点から、溶剤の排出削減対策の検討を行なうことが本研究の課題でもある。

そこで本章では、船舶用塗料から有機溶剤を削減する、いわゆる炭化水素対策の研究における各種調査の一環として、特に炭化水素類に対象をしぼり、わが国の法令あるいは地方自治体における条例などから、炭化水素類の排出施設、排出規制基準などについて調査した結果、および海外における炭化水素類の規制の動向についても調査したのでその結果を要約説明する。

なお、炭化水素類である有機溶剤は前述のように光化学スモッグ発生要因物質であるのみならず、引火性や有害性のある危険物でもあり、労働環境中の許容濃度が定められている。この許容濃度についてはACGIHおよび日本産業衛生学会の勧告を参考とし、本章の末尾に表1.5.3に示す。

1.5.2 わが国の法令における炭化水素系物質の規制

(1) 公害対策基本法

公害対策基本法は昭和42年8月に制定されたもので、環境基準という考え方方が導入され、第9条では「人の健康を保護し、生活環境を保全するうえで維持されることが望ましい基準」として定められており、環境施策に係る行政目標である。

本法での大気に係る環境基準としては①二酸化硫黄、②一酸化炭素、③浮遊粒子状物質、④二酸化窒素、⑤光化学オキシダントの5物質が定められている。なお、現在鉛と炭化水素に係る環境基準設定の検討が進められている。

(2) 大気汚染防止法

大気汚染防止法は、水質の汚濁とともに、公害問題の主役である大気汚染に係る諸規制を定めたものであり、昭和37年に制定された「ばい煙の排出の規制等に関する法律」を全面的に再検討を加え、昭和43年に制定されたものである。

本法で規制される大気汚染物質は大きく分けると、

①ばい煙、②粉じん、③特定物質の3つであり、炭化水素物質は③特定物質に含まれる場合が多い。

この大気汚染防止法における規制の方式の種類としては次の3通りがある。

- (I) 排出基準による規制（対象施設ごとに規制値を設定し、それを上回る排出を制限する）
- (II) 施設の構造ならびに使用及び管理に関する基準による規制（対象施設ごとに、排出される物質の規制値は設定しないが、構造や使用、管理の方法を規制する）
- (III) 事故時における措置による規制（通常はなんの規制もかけられていないが、故障、破損その他の事故が生じた場合の措置を義務づける）

それぞれの規制方式に対応する規制対象物質が①ばい煙、②粉じん、③特定物質と呼ばれているもの

であり、したがって炭化水素系物質については、大気汚染防止法での環境基準も定められておらず、規制についての事故時の措置の規制のみである。

(3) 特定工場における公害防止組織の整備に関する法律

本法は公害防止を進めるうえで重要な役割を負わされている工場において、各種の公害防止に関する規制を実施するうえで万全を期すため、公害防止のための責任体制を明確化し、組織面においての公害防止体制の整備を事業者に対して義務づけようとするもので、昭和46年に成立し施行された。

本法の規制対象である特定工場とは、製造業（物品の加工業を含む）、電気供給業、ガス供給業および熱供給業の用に供する工場のうち、①ばい煙、②汚水、③騒音、④粉じんを発生する施設を設置する工場である。

したがって、本調査の対象とする炭化水素系物質については規制対象工場に含めなくてもよいものと思われる。

1.5.3 地方自治体における炭化水素類の規制

前述のようにわが国では特に炭化水素類に関する規制の適用はいまのところ見られないが、地方自治体（都道府県や市など）においては公害防止条例や公害防止条例施行規則などにおいて、早くから規制を行なっているところもある。

そこで、わが国における主要造船工場の所在する21の都道府県の公害防止条例およびその施行規則などに定められる炭化水素類に対する規制の現状を調査した。調査内容としては規制対象物質（有害物質、有害ガス、特定物質などと呼ばれる場合もある）、規制施設および規制規準などであり、特に炭化水素類について調査した結果を表1.5.1にまとめて示す。なお本内容は昭和51年1月31日現在における状況である。また、これらの規制基準が設定されているのは次の都道府県と各都市である。

(1) 北海道

- ばい煙に係る有害物質（規則第二条）18種の中にベンゼン、トルエン、二硫化炭素、フェノールが含まれている。
- ばい煙発生施設（規則第三条、別表第一）
- 排出基準については定められていない。

(2) 東京都

- 有害ガス（条例第一条第2項の五、別表第三）32種が定められ、その中に表1.5.1に示す炭化水素系物質
- 工場（条例第一条第2項の一、別表第一）
- 規制基準の遵守等（条例第十八条、別表第四の三）において、上記工場に適用する炭化水素系物質の排出口からの規制基準を定めている。
- 蒸発防止設備の設置（条例第二十条の二）において「工場を設置しているもので、規則で定める炭化水素系物質を貯蔵する施設を設置しているものは、当該物質の貯蔵に伴って発生する有害ガスを防止するため必要な設備を設置しなければならない」としている。この規則で定める炭化水素系物質は（規則第五条の六）(1)燃料用揮発油、灯油及び軽油（5万リットル以上貯蔵）、(2)有機溶剤（5千リットル以上貯蔵）としている。
- 炭化水素系物質については、貯蔵施設、輸送時などに蒸発するものを防止することを目的とした「蒸発防止設備指導標準」を昭和46年に、また一方、有機溶剤を使用して作業を行うことにより排出される有害ガス（15種）に関しては昭和48年に「有機溶剤に関する指導標準」を策定している。

(3) 神奈川県

- 有害物質（規則第三条）20種の中に炭化水素系物質が含まれる。

- 指定工場制を採用し（条例第二条第2項、別表第1及び別表第2）、26種の機械を使用し、35種の作業をする工場又は事業所を指定している。
- ばい煙（有害物質）の規制基準（規則第十二条、別表第3）として「有害物質の排出許容限度が定められており、排出の方法として、有害物質に係るばい煙は、付近に被害が生じないように、ダクト等により導き、一定の位置及び高さの排出口から排出すること」となっている。
- 炭化水素系物質に関する措置（条例第十七条）として、「事業者は、工場等において炭化水素系物質で規則で定めるものを規則で定める量をこえて貯蔵する場合は、当該貯蔵に伴って発生する気体状の物質が大気中に排出されるのを防止するために必要な措置をとらなければならない」としており、この炭化水素系物質の種類及び量（規則第十四条の二）は次の5種である。①原油（9,900リットル）、②揮発油（4,900リットル）、③ナフサ（4,900リットル）、④ジェット燃料（4,900リットル）、⑤溶剤（4,900リットル）

(4) 愛知県

- ばい煙に係る有害物質（規則第三条）を9種に分類し、9区分の中に炭化水素系物質11種を含んでいる。
- 炭化水素系物質発生施設（規則第五条の二、別表第二の二）
- 規制基準（規則第九条、別表第六）に定めており、炭化水素系物質についても排出基準（別表第六、付表第四の一〇）を定めている。

(5) 富山県

- 炭化水素系物質は有害物質の中には含まれず、有害ガスとして37種の中に含まれる。
- 特定施設（規則第二条、別表第一の2）として粉じん又は有害ガスに係る特定施設が定められ、施設の種類としては12の用途に区分され、それぞれ施設の名称があげられている。その中で本調査に関連すると思われる用途としては「化学工業又は石油製品若しくは石炭製品製造業の用に供するもの」と「鉄鋼業、非鉄金属製造業、金属製品製造業、一般機械器具製造業、電気機械器具製造業、輸送用機械器具製造業又は精密機械器具製造業の用に供するもの」があり、施設の名称として「塗装施設」がある。
- 規制基準（規則第三条、別表第二の2）としては粉じん又は有害ガスに係る規制基準が定められているが、アンモニア、硫化水素、カドミウム及びカドミウム化合物以外の粉じん又は有害ガスについては「工場等の周辺の人の健康又は生活環境に被害を与えるないと認められる程度」としており、個々の有害ガスに対する規制基準は定めていない。

(6) 京都府

- 有害物質（規則第三条、別表第二）30種の中に炭化水素系物質が含まれる。
- 特定施設（規則第二条、別表第一）
- 規制基準（規則第四条、別表第三の1(3)）として有害物質に係る規制基準が定められており、排出口基準と敷地境界線上基準として表示している。

(7) 大阪府

- 有害物質（規則第三条、別表第一）48種の中に炭化水素系物質が含まれている。
- 届出施設（規則第五条、別表第三の一、二）として有害物質に係る届出施設を11に区分している。
- 規制基準（規則第七条、別表第五の1(3)）有害物質及び粉じんに係る排出基準に敷地境界線基準を定め、また排出口基準については算式によって求めることになっている。

(8) 和歌山県

- 有害物質（規則第三条、別表第一）45種の中に炭化水素系物質が含まれる。
- 特定施設（規則第五条、別表第三のその2）には有害物質に係る特定施設として14施設を定めて

おり、13「鉄鋼非鉄金属の製造、金属製品の製造又は機械、若しくは機械器具の製造の用に供するもの」があげられている。

- 排出基準（規則第七条、別表第五のその3）としては有害物質及び粉じんに係る排出基準が定められており、排出口濃度と地上到達地点濃度を優先する。

(9) 三重県

- 炭化水素系物質（規則第二条の二）としては、①原油、②揮発油、③ナフサ、④ジェット燃料、⑤有機化学物質の製造の用に供する有機溶剤の5種としている。
- 炭化水素系物質に係る構造等の基準（規則第十五条の二、別表十三の三）としては「表面が白色、銀白色等の淡彩色に塗装された貯蔵施設であつて次の各号の一に該当すること①構造が浮屋根であること、②構造が固定屋根式のものでは気体状物質の重量の85%以上を除去できる除外装置を有すること、③前二号と同等以上の効果を有する措置が講じられていること」としている。
- 炭化水素系物質についての排出基準は定められていない。

(10) 兵庫県

- 特定施設等及びその設置の届出（規則第十条、別表第四の(2)）として有害物質に係る施設が定められている。
- 「公害防止条例の規定に基づく工場等における規制基準」が昭和47年4月1日に施行され、一の(3)に「ばい煙のうち、有害物質の規制基準は別表第3のとおりとする」とされ、各有害物質に対し、有害物質発生施設ごとに排出基準を定めている。この排出基準には排出口濃度、敷地境界線上濃度および地上到達地点濃度がそれぞれ定められている。

(11) 岡山県

- 有害ガス（規則第三条）として次の15種が定められている。①アクリロニトリル、②アセトニトリル、③アルデヒド類、④アルコール類、⑤エーテル、⑥シアン及びその化合物、⑦ケトン、⑧ニトロアニリン、⑨二硫化炭素、⑩フェノール、⑪カルボン酸、⑫炭化水素、⑬ホスゲン、⑭ハロゲン化炭化水素
- 特定施設（規則第四条、別表第四）として有害ガスに係る特定施設をあげ、その規模はすべてのものと定めている。
- 「岡山県公害防止条例に基づく規制基準および施設管理基準」が昭和48年2月20日に県告示169号として策定され、その中に有害ガスに係る規制基準（別表第7）が定められている。

(12) 広島県

- 有害物質（規則第三条）として16種あるが、炭化水素系物質は少ない。

(13) 山口県

- ばい煙に係る有害物質（規則第二条）はあるが炭化水素系物質はない。

(14) 愛媛県

- 特定物質（規則第十七条）として31種あり、この中に炭化水素系物質が含まれている。しかし排出基準は設定されていない。
- 特定物質に関する事故時の措置（条例第二十五条）

(15) その他の県

(1) 千葉県

- 炭化水素系物質に関する措置（条例第十九条）として「事業者は、工場等において気体状の炭化水素系物質が大気中に排出されるのを防止するために必要な措置を講じなければならない」としている。

(口) 静岡県、香川県、佐賀県、大分県、長崎県、熊本県

- 炭化水素系物質についての規制基準などは定められていない。

(16) 横浜市

- 昭和50年3月に横浜市公害対策局は「横浜市炭化水素系物質の蒸発防止設備等指導要綱」を策定し、炭化水素系物質を貯蔵し又は取り扱う者に対し蒸発防止設備の設置若しくは取扱量の削減又は他の物質への転換を指導することにより、炭化水素系物質の蒸発・揮散の防止を計っている。
- この要綱における「炭化水素系物質」とは、①揮発油（ガソリン）、②原油、③ナフサ、④ジェット燃料、⑤溶剤、⑥液体塗料、⑦樹脂モノマー、⑧溶剤等の混合物の8種をいう。詳細定義については別記1に示されている。
- 蒸発防止設備（別記2）については、①吸着方式、②凝縮方式（凝集方式）、③吸收方式（洗浄方式）、④燃焼方式（アフターバーナー方式）、⑤触媒酸化方式、⑥返還方式（リターン方式）などをあげている。

(17) 川崎市

- 有害物質（規則第三条）として23種があり、その中に炭化水素系物質が含まれる。
- 事故時の措置（条例第三十条第一項）として、「工場等から排出される汚染物質等のうち規則で定めるもの（以下「指定物質」という）を排出する者は、当該指定物質の排出に係る施設について故障、破損その他の事故が発生したことにより、指定物質が多量に排出されたときは、直ちにその事故について応急の措置を講ずるほか」と定められており、指定物質（規則第九条）として33種の物質をあげ、その中に炭化水素系物質も含まれる。
- 大気汚染物質の規制基準（規則第五条、別表第3）として「大気汚染物質のうち、広域汚染の原因となる物質以外の物質に係る規制基準」が定められている。

1.5.4 海外における炭化水素類の規制

(1) アメリカ

アメリカでは1967年に発令されたAir Quality Actとしてよく知られた法律がある。この法律は財産の所有権より、人間の保護を強調しており、各州に効果的なActionを取るよう要求している。各州での空気清浄に関するプログラムはこれを基本においている。

1970年の環境保護庁（EPA；Environmental Protection Agency）が設立され、その後にClean Air Actがニクソン大統領によって法制化された。EPAには、環境改善のための国家的プログラムの実行と法による取締の権限が与えられている。

そして、主にいくつかの州単位でまとめられた大気汚染防止地区が組織され、アメリカ全土に10個所のEPA地区事務所が開設されて、州や地方の政府と協力して大気汚染を防止するための法案の作成作業にとりかかっている。

1971年4月30日にEPAは表1.5.2に示すような環境基準ともいべきものを発表した。これは光化学反応性オキシダントや炭化水素を含む6つの大気汚染物質についての基準である。各州はこれら環境基準を満すよう、各地区ごとの改善計画を作成するように求められている。

大気汚染防止対策としての有機溶剤規制は多く、1966年7月にロスアンゼルスで制定された「Rule 66」があり、光化学反応性に基づいてある種の有機排出物を制限する条例である。この「Rule 66」は大気汚染問題に対する最初の規制のため、各州における規制の基準になっており、次いで1968年1月にサンフランシスコ湾地区で「Regulation-3」が、その後フィラデルフィアの「Regulation-5」、バージニア州の「Regulation-10」、ニューヨークの「Law-49」など多くの地区でRule 66に準じた有機溶剤規制がEPAの許可のもとに制定されている。

ここでは "Rule 66" と "Regulation-3" についてその概要を説明する。

(1) ロスアンゼルス「Rule 66」

この規制の "R" 項では光化学反応性溶剤を次のように定義している。

「本規則において、光化学反応性溶剤とは、下記に分類する化合物の総量が、容積で全溶剂量の 20 % をこえる溶剤、または下記の各組成限界値をこえる溶剤をいう。」

- (i) オレフィン型またはシクロオレフィン型の不飽和結合を持つ炭化水素、アルコール、アルデヒド、エステル、エーテルまたはケトン類とそれらの混合物：5 %
- (ii) エチルベンゼンを除く 1 分子当たり 8 個以上の炭素原子をもつ芳香族類とそれらの混合物：8 %
- (iii) エチルベンゼン、分枝鎖炭化水素構造をもつケトン、トリクロルエチレンまたはトルエンとそれらの混合物：20 %」

その他本規則では各種定めているが、"Rule 66" については詳しく解説した文献も多いので、ここでは省略する。

(2) サンフランシスコ湾地区「Regulation-3」

本条例は反応性有機物の排出量を制限するものであり、反応性有機化合物とは、オレフィン、置換芳香族、アルデヒドと定義されている。この条例の対象とする溶剤とは、大気中に排出され、凝縮した際の反応性有機化合物の含有量が 8 % 以下である有機溶剤と定義されている。1 置換体の芳香族化合物であれば、さらに 12 % の有機化合物が排気中に含まれてもよいと規定している。

この条例では、有機物の排出量をヘキサンに換算して 50 ppm に制限しているが、以下にあげる要件のどれか 1 つが満たされているときはこの限りではない。

- (i) この規則に合致する原料を使用しており、加熱されない場合。加熱されている場合、排出物中のアルデヒド含有量が 5 ppm 未満。
- (ii) 排出物の有機成分中の反応物質が 5 % 未満の場合。
- (iii) 反応性有機化合物の排出量が 10 lb/day 未満、または排出有機化合物全体量が 20 lb/day 未満の場合。
- (iv) 排出物中の反応性化合物を全体で 85 % 減少させた場合。

(2) 西 欧

ヨーロッパでは現在のところ主として亜硫酸ガスと自動車からの排気ガスの規制が主体であり、溶剤規制の段階まで来ていない。

(1) オーストラリア

芳香族溶剤を 25 % と規制はしているが、特別な立法は施行していない。

(2) フランス

有毒、危険、有害の 3 段階で空気汚染を考え、スプレー装置からの放出物はフィルターで集めることにしている。

(3) オランダ

オランダの調査によると、塗装関係から放出される空気汚染源は全体として少ないが、地域的に高濃度のところもあると指摘している。

(4) 西ドイツ

1960 年に空気清浄化条令が公布されており、乾燥炉からの放出規制といわれている施行条令により、臭の問題がクローズアップされてはいるが溶剤規制のところまでいっていない。

(5) イギリス

1956 年の空気清浄法、1968 年の空気清浄規制およびアルカリ工場規制法などにより進められている。これらの法律は構内より有害、不快なガス、臭、粉じんなどを外気に出すことを規制して

いる。

1.5.5 今後の規制の方向と課題(結び)

炭化水素系物質の排出規制を設定するには、環境基準が設定されてから、それに対応して排出基準を設定するのが順序である。わが国においては現在、公害対策基本法において光化学オキシダントについては環境基準は設定されているが、炭化水素類については環境基準の設定のための作業が環境庁において進められている段階であり、光化学オキシダントの生成との関係、影響、測定方法等について専門的検討が行われている。この環境基準が設定されるにともない、規制基準も設定されるものと思われる。

この規制の方法としては、

- (1) 大規模な貯蔵などについて、構造・使用・管理基準を設定する。
- (2) 塗料製造、塗装、印刷インキ製造、印刷、その他作業中に有機溶剤を蒸発飛散する業種については、
 - (1) 排出口における濃度規制
 - (2) 排出口における濃度規制の困難な作業については、有機溶剤を使用しない製品、(無溶剤あるいは水溶性塗料など)に転換すること、または光化学反応性の少ない有機溶剤への転換を行なうこと。

一方、規制方法とともに検討すべき課題として、固定発生源からの炭化水素類の大気中への排出抑制対策などが必要であり、特に塗料等の有機溶剤分野からの排出量が大きく、この対策については、さらに次の諸点から総合的な発生源対策を検討する必要がある。

- (1) 溶剤の種類、排出濃度、排出形態等に応じた有効適切な処理技術の確立と、これらの保安上からみた安全性または二次公害の防止等についての検討
- (2) 溶剤の転換(光化学反応性の高い溶剤から低い溶剤へ)、無溶剤化に関する研究開発の推進と実用化へのメド(原材料の供給態勢、作業方法、性能、コストなど)についての検討とこれらの安全性と二次公害防止対策などについて検討。

文 献

- (1) William Brushwell; "Rule 66" 塗装と塗料、[152]39-42 (1968)
- (2) William Brushwell; 1971年の米国塗料工業の展望(2)
塗装と塗料、[213] 71-81 (1972)
- (3) 田沢孝俊; Rule-66 などにみる海外の公害対策、塗装と塗料、[222]111-117 ('73)
- (4) 鈴木輝男; 炭化水素ならびに有機溶剤の発生源対策、公害と対策、_9[3]297-303 (1973)
- (5) 兼松雅務; 公害対策へのアプローチ、塗装技術、_12[5]94-100 (1973)
- (6) 菊田一雄; 塗装公害の実態と規制、金属材料、_13[7]48-68 (1973)
- (7) 萬 肇; 有機溶剤規制について — ルール66と代替溶剤 —
色材協会誌、46[9]496-501 (1973)
- (8) 早崎 淳; アメリカの溶剤規制の現状、化学経済、20[12] 22-33 (1973)
- (9) 山本剛夫; 公害概論、(5)、(6)、環境技術、3[3]220-225、3[4]294-300 (1974)
- (10) (神東塗料); 塗料の動向と公害問題、塗装と塗料、[240]66-77 (1974)
- (11) 須 藤; 日本産業衛生学会の有害物質の許容濃度表 (1974)
安全工学、13[6]394-399 (1974)
- (12) 鹿島 実他; 炭化水素排出の規制とその動向、防錆管理、18[8]23-34 (1974)
- (13) 大津幸男; 大気汚染関係法令、PPM、6[4]23-46 (1975)
- (14) (特集); ここまで解明された光化学スモッグ、PPM、6[8]42-98 (1975)
- (15) 間宮富士雄; 塗装工場における公害防止対策(3)、塗装と塗料[260]59-73 (1975)

- (16) 寺部本次；防錆と公害対策、P P M、6 [11] 18-28 (1975)
- (17) 菊田一雄；炭化水素の発生源対策、産業公害、12 [2] 111-124 (1976)
- (18) 沼野雄志；ACGIH有害化学物質の許容濃度 (1975)、安全工学15 [3] 166-184 (1976)
- (19) 氷見康二；炭化水素排出防止対策について、塗装と塗料 [267] 61-65 (1976)
- (20) 久保田寅英；炭化水素(有機溶剤)と公害、化学工場、20 [11] 70-71 (1976)
- (21) (特集)；炭化水素対策の動向と実際、公害と対策、12 [12] 1-50 (1976)
- (22) 菊田一雄；炭化水素の発生源対策、23回接着セミナー資料 (1976)
- (23) (環境庁)；炭化水素類発生源対策調査委員会報告書、昭50年6月
- (24) (日本能率協会環境技術情報センター)；固定発生源における炭化水素・有機溶剤防除技術マニュアル、
日本ビジネスレポート (昭51)

表1.5.1 地方自治体における炭化水素類の規制基準

(S.51.12現在)

都道府県名		(1) 北海道	(2) 東京	(3) 神奈川	(4) 愛知	(5) 富山	(6) 京都	(7) 大阪	(8)(8) 和歌山	(9) 三重	(10) 兵庫	(11) 岡山	(12) 広島	(13) 山口	(14) 愛媛	(17) 川崎	(15) 千葉、静岡 香川、佐賀 大分、長崎 熊本	
測定位置※1)																		
濃度単位				① (ppm)	① (ppm)	① mg/Nm ³		① (ppm)	② (ppm)	② mg/Nm ³	① (ppm)	③ (ppm)	① mg/Nm ³	③ (ppm)	① mg/Nm ³	② mg/Nm ³	① mg/Nm ³	② mg/Nm ³
芳香族系 炭化水素	1) ベンゼン▲	○	(50)△	(10)	160	○	(80) (0.8)	1.7 (0.5)	(100) (0.5)		(0.5)	(0.2)	147 (50)			○	1.7 (0.5)	1) 2) 3)
	2) トルエン	○	△	(100)	380	○	(300) (3)	8.2 (2)	(140) (0.7)		(2)	(0.7)					8.2 (2)	
	3) キシレン	△	(150)	650	○	(500) (5)	9.5 (2)	(140) (0.7)		(2)	(0.7)					9.5 (2)		
ハニ化水 ケ炭素	4) トリクロルエチレン		(100)△	(50)	540	○		12 (2)	(140) (0.7)		(2)	(0.7)					12 (2)	4) 5)
	5) テトラクロルエチレン		(100)△	(50)	680													
アルコール類	6) メチルアルコール▲		△		260	○	(700) (7)	7.1 (5)	(1,000) (5)							○	7.1 (5)	6) 7) 8)
	7) イソプロピルアルコール		△															
	8) イソアミルアルコール		△															
ケトン類	9) アセトン		△															9) 10) 11)
	10) メチルエチルケトン		△		590	○	(300) (3)	13 (4)	(1,000) (5)		(4)	(1.5)						
	11) メチルイソブチルケトン		△															
エステル類	12) 酢酸メチル		△															12) 13) 14)
	13) 酢酸エチル		△		1,440													
	14) 酢酸ブチル		△		950													
アルドデ ヒド類	15) アセトアルデヒド							3.9 (2)	(400) (2)	12~200						3.90		15) 16)
	16) ホルムアルデヒド▲	(50)	(5)			○	(20) (0.2)	0.13 (0.1)	(20) (0.1)	0.35~7.5	(0.1)	(0.03)	4.02 (30) 水島 134 (10)	13	13	○	0.13 (0.1)	
その他	17) アクリロニトリル					○							9.5 (40)					17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25)
	18) アセトニトリル												147 (80)					
	19) 塩化ビニル												1395 (500)					
	20) ガソリン																	
	21) ジオクチルフタレート																	
	22) スチレン		(50)															
	23) 二硫化炭素	○	△		1,350		350	○	(20) (0.2)	0.84 (0.2)	(40) (0.2)							
	24) ノルマルヘキサン																	
	25) フェノール▲	○	(50)	(5)		○	(20) (0.2)	0.84 (0.2)	(40) (0.2)		(0.2)	(0.07)	126 (30) 水島 42 (10)	125		○	0.84 (0.2)	

注1) ※1) ①排出口濃度 ②敷地境界線濃度 ③地上到達地点濃度

2) 表中○印は有害物質、有害ガス、特定物質などを示す。

3) 炭化水素系物質名の▲印は大気汚染防止法で規定された特定物質である。

4) 東京都における規制基準のうち△印の合計が排出口 200 ppm 以下とする。

表 1.5.2 アメリカにおける環境基準

		Primary Standard		Secondary Standard	
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm
硫黄酸化物	年間算術平均 24時間濃度	80 365※	0.03 0.14※	60 260※	0.02 0.10※
粒子	年間幾可平均 24時間濃度	75 260		60 150※	
一酸化炭素	8時間濃度 1時間濃度	10,000 40,000※	90 35.0	Primary と同じ	
光化学反応性 オキシダント	1時間濃度	160※	0.08		
炭化水素 (メタン換算)	3時間濃度 (午前6~9時)	160※	0.24		
窒素酸化物	年間算術平均	100	0.05		

※ 1年に1回以上越えてはならない。

(注) Primary Standard 公共の健康を維持するための必要基準

Secondary Standard 汚染物質の有害性から公共の福祉を保持するための必要基準

表1.5.3 有機溶剤の許容濃度表

有機溶剤名		ACGIHの勧告 〔1975〕		日本産業衛生学会の勧告 〔1974〕	
		ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
石油系炭化水素	1) n-ヘキサン	500 (100)	1800 (360)	100	360
	2) ガソリン	500		500	2,000
	3) 石油エーテル	500			
	4) 石油ナフサ	500			
	5) 石油ベンジン				
芳香族系水素	6) ベンゼン	25 (10)	80 (30)	10	32
	7) トルエン	100	375	100	375
	8) キシレン	100	435	150	670
ハロゲン化水素	9) 四塩化炭素	10	65	10	65
	10) トリクロルエチレン	100	535	50	268
	11) テトラクロルエチレン	100	670	50	335
アルコール類	12) メチルアルコール	200	260	200	260
	13) イソブロビルアルコール	400	980	400	980
	14) イソブチルアルコール	100 (50)	300 (150)		
	15) イソアミルアルコール	100	360	100	360
	16) シクロヘキサンオール	50	200	25	102.25
ケトン類	17) アセトン	1,000	2,400	200	480
	18) メチルエチルケトン	200	590	200	590
	19) メチルイソブチルケトン	100	410	100	410
	20) シクロヘキサンオノン	50	200	25	100.25
エーテル類	21) エチルエーテル	400	1,200		
	22) エチレングリコールモノメチルエーテル	25	80		
	23) エチレングリコールモノエチルエーテル	100	370	200	740
	24) エチレングリコールモノブチルエーテル	50	240		
エステル類	25) 酢酸メチル	200	610	200	610
	26) 酢酸エチル	400	1,400	400	1,400
	27) 酢酸ブチル	150	710	200	950
	28) 酢酸2-エトキシエチル	100	540	100	540
その他	29) 二硫化炭素	20	60	10	30
	30)				
	備考	()は許容濃度変更予告値 (1975年度用)			

1.6 公害防止対策設備の調査

1.6.1 概 要

炭化水素類の規制に関する対策の一環として塗装公害防止対策設備（塗装機、塗装設備、集塵装置、脱臭、廃ガス処理装置）の調査を実施した。

調査は文献および日刊工業新聞社発刊の76年公害防止機器名鑑から塗装機、塗装設備、集塵装置、廃ガス処理等のメーカー約35社を抜萃し、これら装置に関するアンケートを配布、解答を得た22社の結果と昭和48年半ば以降の工業新聞紙上に掲載された公害防止関連記事の内、主として溶剤（ガソリン）回収、悪臭防止、塗料ミスト等に関する情報などを集収し、これらの結果をまとめたものである。

1.6.2 塗装公害防止対策設備

(1) 塗装機

公害防止を考慮した塗装機アンケートは塗装機メーカー6社より解答を得た。結果は一般塗料用、水性塗料用、高粘、無溶剤型塗料用機器に分類し表1.6.1に示す。

1) 一般塗料用

塗装時の直接的な公害該当項目は塗料中に含まれる有機溶剤が、乾燥時大気中に逸散することによって生ずる人体への悪影響と光化学スモッグに起因する大気汚染、塗装工事現場や残塗料容器からの塗料滓中の有機固体分と重金属を含む顔料の河川流出による水質汚濁である。この有機溶剤の逸散、塗料飛散防止、省資源化を目的とした無公害塗料の開発傾向はハイソリッド化であり、これに対応した塗装機はホットエアレスと静電エアレス塗装機である。塗装機メーカーアンケート結果も公害防止対策用塗装機としてこれらを挙げている。

(a) ホットエアレス塗装機

塗料を加温すると粘度が下がり高圧による霧化を助け更に微粒化される。従って高粘度でも塗装が可能になり、これによって有機溶剤による大気汚染を減少させることが出来る。一般高粘度用としてこのような塗装機が実用されている。

下記にこのホットエアレス塗装機仕様の一例と塗装機適用の利害得失を示す。

AOP-PH型ニューライフホットエアレス仕様

標準構成	高圧ペイントポンプ（アクチュエーター、フィルター、サクションホース、エアーレギュレーター、オイラー、エアーフィルター付） ペイントヒーター4KW、リリーフバルブ、エースガン、テフロンホース6m2本、スプレーノズル
圧力比	20:1
常用吐出量	3.2ℓ/min (ヒーター能力3ℓ/min)
常用液圧力	40~100Kg/cm ²
高さ×巾×長さ	927×567×630mm
重量	83Kg
所要コンプレッサー馬力	連続2PS 断続1PS

ホットエアレス適用上の利害得失

○長 所

- (i) 希釈溶剤を大幅に減少し得る。
- (ii) その結果溶剤に起因する大気汚染公害は大幅に軽減される。
- (iii) 希釈溶剤の減少によってコストダウンが出来る。
- (iv) 1回の塗装膜厚を厚くすることが出来る。
- (v) 塗装後のセッティングの時間が短くなる。

○短 所

- (i) 設備費が若干高くなる。
- (ii) ペイントヒーター内部の洗浄および色替えの時間が若干長くなる。
- (iii) 加温温度、使用圧力によって適切な方法、材料を選ぶ必要がある。
- (iv) ホースの長さに制限がある（長くすると保温が必要となる）。

(b) 静電塗装機

静電気の現象を利用した本装置は塗料を霧化する機構、高電圧を発生印加する方法などによって其の特性は異なっているが被塗物とスプレーガンとの間に静電界を設けることによって塗料飛散の防止塗着効率向上に役立ち塗料の大巾な節約や作業環境の衛生維持と公害防止に効果がある。

下記に本装置の利害得失を示す。

静電塗装機適用上の利害得失

○長 所

- (i) 高い塗着効率が得られ塗料の節約が出来る。
- (ii) 塗料を静電的に霧化して吸着させることが出来る。
- (iii) 塗料の飛散が少なく、従って作業環境が良くなる。
- (iv) 作業にはそれ程熟練度を必要とせず作業時間も短縮される。
- (v) 自動塗装には最適である。

○短 所

- (i) 電気を用いるため設備の取り扱いなどに十分な注意が肝要で作業者を含め被塗物設備などが常に良好な接地状態にあるよう考慮する必要がある。
- (ii) 被塗物材質が限定され金属、木工が対象になる。
- (iii) 設備費が高い
- (iv) 高粘度塗料では長所が生かし難い。
- (v) 塗料、溶剤を選択する場合がある。

2) 水溶性塗料用

塗料の無公害化と言う観点から低溶剤、無溶剤塗料と共に実用されている水系塗料 水溶性樹脂塗料、水性エマルジョン塗料、水性分散型塗料の塗装は低溶剤、無溶剤、粉体塗料と比較して、形態が従来の溶剤型塗料に類似しているため現用の溶剤型エアレス塗装機を大きな変更なしに利用出来る利点があるが、塗装機の発錆を防止するためステンレス仕様にする必要がある。

無機質、水性用塗装機の一例を示す。

	A O S C - Z - 2 0	A O S C - Z - 3 1
標準構成	エアレスポンプ、マテリアルフィルター、サクションホース、エアーレギュレーター（フィルター、オイラー付）ジンクリッヂガン、高圧ホース20m、スプレーノズル	
圧力比	20:1	30:1
常用空気圧	5Kg/cm ²	
液圧圧（常用）	60~80Kg/cm ²	
高さ×巾×長さ	600×712×1,037mm	
重量	90Kg	
所要コンプレッサー馬力	3HP 以上	

3) 高粘度、無溶剤、粉体塗料用

高粘度無溶剤型塗料の塗装は超高压エアレス塗装機、2液型塗装機が使用される。塗装機仕様例を下記に示す。

(尚、2液型塗装機についてはSR-139部会、第2分科会から詳しい報告がなされている)

(a) A P S型超高压エアレス塗装機仕様

	A P S - 3 5	A P S - 7 0
標準構成	高圧ペイントポンプ（アクチュエータ、フィルター、サクションホース、エアーレギュレーター、オイラー、エアーフィルター付）、マリンガンA P V G - III（フィルター付）・スプレイノズル（G N）・ナイロンホース（N H 9 - 2 0 2 0 m）	
圧力比	35:1	70:1
吐出圧力（最高）	175Kg/cm ²	350Kg/cm ²
最大吐出量	30ℓ/min	20ℓ/min
常用吐出量	8ℓ/min	6ℓ/min
高さ×巾×長さ	1,334×720×855mm	
重量	155Kg	150Kg
所要コンプレッサー馬力	連続7.5HP・断続5HP	

(b) 二液エアレス塗装機仕様

・ 1100型スタンダードシステム

標準構成	エアレスポンプ、ペイントヒーター、ミキサー、ヒーティングホース、保温ホース、スプレーガン、スプレーノズル、圧送ポンプ、洗滌ポンプ
圧力比	1:4.0 (混合比1:2) 1:6.0 (同1:1)
重量	300Kg (標準)
常用吐出量	5ℓ/min (1:2) 3.5ℓ/min (1:1)
使用塗料粘度	最高6,000CPS (加熱時)
使用液圧力	100~200Kg/cm ²
混合方式	スタティクミキサー

(c) 粉体塗装機

現在此の種の塗装機は工場塗装用でしかも被塗物が加熱出来るような小型のものに限られており、造船用として使用に問題はある。将来形としては「熔融吹付」が考えられる。

4) 圧送式ローラー塗装機

塗装機器メーカーでは、ローラーバケと塗料供給機とを組み合せた圧送式ローラー塗装機を開発している。本塗装機は強風条件下を除く通常の状態では塗料ミストの飛散を完全に防げるほか、作業能率を従来の手作業のローラーに比べ2~3倍アップと云われているが操作面での熟練や装置の改良が更に必要であると思われる特徴を下記に示す。

- (a) 作業現場の状況に応じて、圧送ローラー工法とエアレススプレー工法の使いわけができる。
- (b) 塗料供給量、ローラーバケへの含み具合の目視が出来るため、塗料のタレがなく、均一な塗装ができる。
- (c) 作業後の洗浄が容易である。

(2) 塗装プラント

1) 塗装設備

従来の塗装設備では塗膜性能の向上、低イニシャルコストがねらいであったが、現在では省化力、省資源化、公害防止などの社会的要請に対応するため、塗装設備から絶対に公害を出さないこと、人体に影響を与えないことから次のa)~d)の設備、装置、機器が考えられている。

設備、装置、機器としては、

- (a) 塗装ブース
- (b) 塗装の自動化、ロボット化
- (c) 粉体、静電、電着、塗装法
- (d) 溶剤蒸気、塗料ミスト、各種金属イオンの除去装置等。

2) 屋外無公害塗装機について

屋外における塗装で能率を高め塗装ミストの飛散防止を図ることは簡単ではない。従って被塗物は出来るだけ「工場塗装」を行ない屋外ではローラーによる補修塗り程度にとどめる傾向を強く打ち出されると考える。しかし工場塗装が出来ない構造物の塗装にはミスト吸引処理装置付の自動塗装機又は塗装作業者を収容するユニットを設備する塗装タワーが出現するものと思われる。特に自動塗装機付のものは遠隔操作が行われ高所における危険防止を図ることが可能なものの又、被塗物形状が柱状のものは登ハン能力をもち品物形状に「なり」機構をもつ塗装ユニットが開発されるだ

ろう。

(3) 集塵装置

集塵機に関するアンケート結果は塗料ミストとその他の粉塵に分け表1.6.1に又工業新聞社公害関連記事の内塗装ブースについては表1.6.3(b)、(c)、(e)、(g)、(j)に製造メーカー名方式／対象例、工程概要、能力、経済性に分類し記載している。

1) 屋外塗装の場合（塗料飛沫）

船舶や海洋構造物などの鋼構造物は屋外塗装が行われることが多く塗料ミストは風の状態によってかなり遠方まで飛散し公害を生じ易いことは周知のことである。このエアスプレー公害を防止するため日本造船研究協会 S R - 1 3 9 部会、第1分科会では研究テーマ「塗料微粒子飛散防止の研究」として S 4 7 ~ 4 8 年度、2年間に亘り岩田塗装機 KK が担当し実験を行なっている。実験はエアスプレー試験（塗料飛散防止用ノズルチップを試作しバタン開き、噴出量、膜厚分布、飛行速度、飛散巾、飛行速度、飛散巾、飛散量の測定）、静電塗装の効果試験、風防試験等を実施し塗料微粒子飛散による塗装公害防止に良結果を得ている。同様に他塗装機メーカーにおいてもエアスプレー公害をなくするために、チップの選択、被塗装物とガンとの距離スプレーガンの向き、風の影響を少なくする方法、風防付のスプレーガンの使用、飛散するスプレーミストの処理等について実験を行なっている。又大気社森岡氏等は船体外板部塗装時のミスト捕集に対して次の私案を示している。

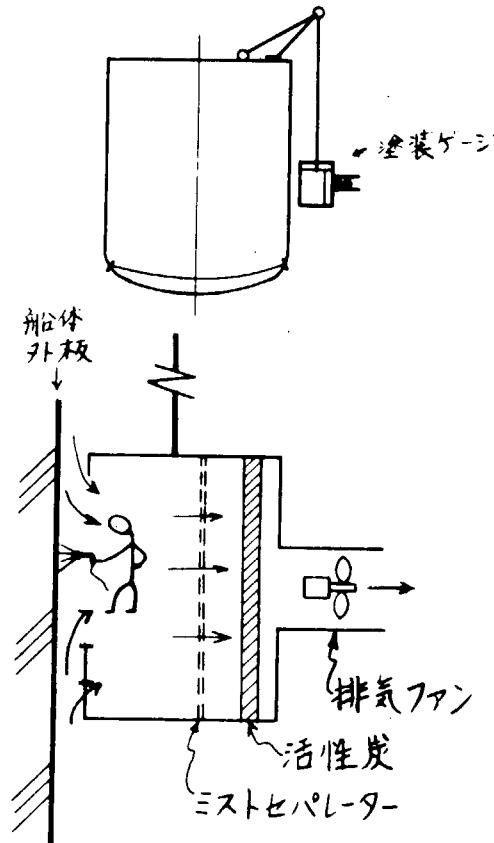
進水後の船体外板部塗装の場合

- (a) 塗装ケージを船体部につりさげる。
- (b) 塗装ケージでは排気のみ行なう。給気は外気取り入とする。
- (c) 塗装ミストはドライ式で除塵を行なう。（ケージの軽量化）
- (d) 有機溶剤は活性炭で吸着を行なう。
- (e) 活性炭は取り替え方式とし蒸気脱着又は空気脱着を行なって再使用する。
- (f) 排気風量

$$\text{ケージ正面寸法 } \frac{3M200W \times 2M300H \times 1M600L}{7.36 m^2}$$

正面風速 $0.3 m/s$

$$\text{風量 } 0.3 \frac{m}{s} \times 7.36 \frac{m^2}{s} \times 60 = 130 \frac{m^3}{min}$$



2) 塗装ブース

室内における塗装、公害対策設備としては塗装ブースによる方法が一般的である。船体ブロックや橋梁などの塗装においても前処理としてショットグラスト後ショットプライマー A / C 塗装と換気設備、集塵設備が完備した工場内で塗装を行なっている。塗装ブースの役割は、①塗料品質の向上のために良い環境を作る。②塗装作業時の環境の改善、③排出物の無公害化と言われ塗料ミストの捕集が主体であり、溶剤の処理については殆んど考慮されていないのが現状で、ブースには次の三つ的方式

がある。

- (a) 湿式ブース（ウォーターブース）
- (b) 乾式ブース（ドライブース ろ過装置なし）
- (c) ろ過式乾式ブース

現在最も普及しているのは湿式ブースでこの基本原理は、①水膜による塗料ミストの捕集、②スプレーチャンバー内の気液接触この二点であるが、しかし塗料ミストは溶媒を伴った含じん液滴でありいかに気液接触をよくして除じん効果は上っても、有機溶剤の捕集は出来ない。乾式ブースは廃水処理の必要がないことから言えば理想的ではあるが塗料ミストが溶媒を伴った液滴であることから単なるフィルターの概念では処理出来ない困難さがある最近は、ろ過式ドライブースにフィルターをコンタクトさせた二段処理をすることによって、ある程度の効果をあげたものが使用されて来ている。これから塗装ブース新設を考える場合いかに公害を出さない塗装ブースを作るか、勿論塗料面でも新しいTypeの塗料が多く開発されるが塗装設備面からも従来の設備にそのまま脱溶剤装置を設置すると言ふだけではなく、塗料品種、溶剂量、設備費、運転費、消防安全対策、二次公害対策等の面を考え総合的に対処する必要があると言われている。

3) 集塵の方法

スプレー塗装を行なう場合、大気中に飛散する塗料ミストを除去するために集じん装置が使用されるが、この集塵の方法については、何種類かのものがあり、その主なものは粉体自身の重力を利用した動集塵法、紙、織布、充てん層などによって粉体をろ過するフィルター集塵法、粉体の慣性を利用した衝突集塵法、塔内に水を噴霧させ、その中に粉体を通過させて洗い落とす洗浄集塵法、高電圧をかけることによって流体中の粒子を帯電させ、帯電した粒子を電気的な力によって分離する電気集塵法などがある。その特色を次に示す。

- (a) 重力集塵法：大きな粒子の場合には有効である。粒子沈降室や、管路にやゝ広い空間を設けて粒子を沈降させる。
- (b) 遠心力集塵法：粒子自体に遠心力を与えれば、重力の数千倍の沈降速度が得られるので優れた性能が期待出来る。一般にサイクロン形式のものが使用されている。
- (c) フィルター集塵法：圧力の損失も少なく、電気集塵と同様に集塵性能が良い。また乾式であるため廃水処理などの必要がない。
- (d) 衝突集塵法：遠心力集塵法と同じ原理である。この方法は、再飛散の恐れがあるので障害物に工夫が必要である。
- (e) 洗浄集塵法：水以外に特殊な薬液や表面活性剤を使用することもある。水を噴霧させるのに高水圧を必要とする。また廃水の処理と集塵泥の処理を必要とする。
- (f) 電気集塵法：電気集塵では粒子に帯電させるため、遠心力や重力による集塵法のようにサブミクロンの粒子が取れないということはない。また圧力の損失も非常に少ない。

4) 塗料ミスト以外の集塵装置

製鉄、非鉄金属、セメント、肥料、その他各種産業においても、製造工程中に発生する粉塵に対し作業環境の改善、および公害防止上、集塵設備を設置する必要から、多くの集塵装置メーカーがありその数は約140社にも及んでいる。調査した範囲の集塵装置については表1.6.1に記載している。又松下公害防止機器KKなどは(社)建設電気技術協会における建設技術研究補助金(S48年度)により「トンネル内の空気集塵技術に関する研究」を実施し低濃度の粒子状物質を高速で効率よく集塵出来る電気集塵装置の実用化を得ている。

(4) 排出溶剤処理(脱臭)

日本工業新聞社編76年公害防止機器名鑑によれば悪臭防止関係(脱臭装置、脱臭機器、脱臭剤)メ

メーカーは約150社に及んでいる。有害ガス等排出溶剤処理（悪臭除去）方法に関するアンケート結果は表1.6.2に方式別に分類、又工業新聞紙々上に記載されていた。有害ガス等排出防止装置一覧表については表1.6.3(a)～表1.6.3(i)に製造メーカー名、方式／対象例、工程概要、能力、経済性に分け記載している。

悪臭に対する炭化水素類をめぐる環境基準は昭和46年悪臭防止法が公布されてから各都道府県と9つの政令指定都市で規制地域の指定、規制基準値の告示が行なわれ業種や規模の大小を問わず工場、事業所からの排出を規定している。この炭化水素類のうち有機溶剤類の悪臭処理対策は単に悪臭に対しての問題だけではなく光化学スモッグの発生原因物質の一つとしても排出規制が実施されるものと考えられる。悪臭・物質の処理方法は大別すると、①活性炭による吸着吸収方式 ②直接燃焼法 ③触媒燃焼法と三つの方法に大別されている。一般に悪臭成分は単一成分でないため個々の濃度測定は非常に困難であるが人間の嗅覚による測定はかなり鋭敏であり、其の嗅覚閾値を示すと表1.6.4の如くである。

又一般的な悪臭防止方法と規制対象の悪臭物質を表1.6.5～表1.6.6に示す。

表1.6.4 悪臭・ガスの嗅覚閾値

物 質 名	閾 値 [p p m]	物 質 名	閾 値 [p p m]
トリメチルアミン	0.00021	ア ク ロ レ イ ン	0.21
硫 化 水 素	0.00047	酢 酸	1.0
ジメチルサルファイド	0.001	エ タ ノ ー ル	1.00
エチルメルカプタン	0.001	ア ン モ ニ ア	4.6.8
メチルメルカプタン	0.0021	ア セ ト シ ン	1.00
フ ェ ノ ー ル	0.047	エ チ ル ア セ テ ト	1.90

注) 嗅覚閾値：臭気を認知し得る最低濃度

表 1.6.5 悪臭防止方法一覧表

脱臭法	原 理	適用できる悪臭	特 微
水洗法	悪臭ガスを溶解させて排ガスは大気中に放出する。	水に溶けやすい悪臭ガス —脂肪酸、アミン類	水とガスの接触をよくしないと効果がうすい。多段式とするのがよい。廃水処理を要する。
冷却法	水蒸気を含む悪臭ガスを冷却すると凝縮水中にガスが溶解する。	水蒸気を多量に含む高温悪臭排ガス—脂肪酸など水に溶けやすい成分	排ガスの臭気濃度が大きい場合には、この排ガス処理が必要である。
吸着法	悪臭ガスを活性炭、シリカゲル、白土などに吸着させる。	あらゆる臭気ガスに適用可能	活性炭には再生法も考慮して設計する。他の吸着後の処分の方法を検討しておく。
空気希釈法	悪臭ガスを大量の空気で希釈し臭気強度を低くする。	あらゆる臭気ガスに適用可能	希釈しても臭気単位量には変化はない。大量の希釈空気が必要である。
酸アルカリ洗浄法	酸性ガスはカ性ソーダ、ソーダ灰などの水溶液に吸収し、アルカリ性ガスは希硫酸に吸収する。	脂肪酸、アミン類、その他水に溶けやすいガス	装置の管理をよくする。排酸、アルカリの処分法を検討しておく。
塩素処理法	硫化水素などの還元性ガスを酸化分解する。	イオウ化合物（硫化水素、メルカプタン類）アルデヒド類を含む排ガス	排ガスの性質に応じて塩素の添加量を適切にする。 (過剰は不可)
オゾン処理法	オゾンの特異な酸化作用を利用して分解する。	不飽和有機化合物、硫化水素、メルカプタン類、アルデヒド類	排ガスの性質に応じたオゾン添加量を検討する必要がある。
いんべい法 (マスキング法)	芳香性物質によって人の嗅覚をごまかす。また悪臭ガスと特異的に結合し、不揮発性固体とする。	選定を誤らなければすべて悪臭ガス（ただし、現在のところ万能のものはない）	比較的高価で、使用に先立って実験してみる必要がある。
再燃焼法	悪臭ガスはすべて可燃性であるから燃焼分解させる。	あらゆる悪臭ガスに適用	水蒸気を多量に含む排ガス水に凝縮させてから燃焼させる。800℃以上の高温が必要である。
接触燃焼法	悪臭ガスを白金懐炉の原理によって低温で燃焼分解させる。	あらゆる悪臭ガスに適用	排ガスを250～350℃に予熱しないと効果がない。空気の生存が必要である。ガスが爆発限界以下であること。
生物化学的分解法	悪臭排ガスを土じょうなどの層に通し、細菌によって分解する。廃水処理の散布炉床法に対応する。	細菌の栄養となる脂肪酸、アミン類を含む排ガス	細菌の処理能力を考慮し、煙のろ過面積を適当に選定する。

表 1.6.6 規制対象の悪臭物質

分類	悪臭物質名	化学式	においの性質	おもな発生源
イオウ化合物	メチルメルカプタン	CH ₃ SH	腐ったたまねぎ臭	クラフトバルブ製造、石油精製、ガス製造、化製場、その他
	エチルメルカプタン	C ₂ H ₅ SH	腐ったキャベツ臭	クラフトバルブ製造、石油精製、ガス製造、化製場、その他
	ジメチル サルファイト	(CH ₃) ₂ S	腐ったキャベツ臭	クラフトバルブ製造、石油精製、ごみ処理場、その他
	ジエチル サルファイト	(C ₂ H ₅) ₂ S	ニンニク臭	クラフトバルブ製造、石油精製、ごみ処理場、その他
	硫化水素	H ₂ S	腐った卵臭	石油精製、石油化学、クラフトバルブ製造、セロファン製造、二硫化炭素製造、化製場、し尿処理場、その他
窒素化合物	メチルアミン	CH ₃ NH ₂	生魚臭	水産化工、化製場、皮革製造、飼料製造、畜産業、その他
	エチルアミン	C ₂ H ₅ NH ₂	アンモニア様臭	水産化工、化製場、皮革製造、飼料製造、畜産業、その他
	トリメチルアミン	(CH ₃) ₃ N	腐魚臭	水産化工、化製場、皮革製造、飼料製造、畜産業、その他
	アンモニア	NH ₃	刺激臭	肥料製造、し尿処理場、化製場、養豚業、養鶏業、その他
炭化水素	ブレチン	C ₄ H ₉	オレフィン臭	
脂肪族化合物	酪酸	C ₃ H ₇ COOH	汗臭	化製場、皮革製造、し尿処理場、その他
	アセトン	CH ₃ ·CO·CH ₃	尿臭	
	アクロレイン	CH ₂ ·CH·CHO	刺激臭	石油化学、医薬品、化製場、フェザー処理、その他

1) 活性炭吸着法

活性炭による吸着は其の内部の無数とも云える微細な毛細管群から形成される細孔に吸着物質が吸着して单分子層を形成。続いて2分子層、3分子層、多分子層を形成し飽和状態に達し脱臭を行なうものである。活性炭を使用した脱臭技術の特徴と問題点を次に示す。

長 所

- (a) 広範囲のガスに適用できる。
- (b) 装置の維持管理が容易で、運転経費が安価である。
- (c) 処理ガス中の臭気成分の濃度が小である。
- (d) 悪臭負荷（濃度）の変動による影響が少ない。

短 所

- (a) 活性炭を定期的に交換または再生する必要がある。
- (b) 処理ガス量が大きい場合には、他の方法に比較して装置がやゝ大型化する。

吸着法は、これと対比される燃焼法に比較すると、処理すべき排気の温度が比較的の低温度である場合や処理すべき排気中の悪臭成分（可燃性成分）の濃度が小である場合に経済性を見いだし得る公算が大きいと云われている。

2) 直接燃焼法

本方法は物質の酸化、加熱反応即ち燃焼による処理方法で脱臭方式としては有効な方法であり、現在までにかなりの実績を示している様である。悪臭のいかんを問わず750～850°Cの高温で悪臭成分を燃焼させればほとんどのものは無臭になると思われているが、しかし、本装置を採用する場合には空気を600～700°Cにあたためるエネルギーが必要でこれは装置運転上、ランニングコストの面で燃料費が大きなウェイトを占め省エネルギーの問題と二次的な光化学スモッグの問題を提起している。直燃式脱臭装置計画のポイントは下記の様である。

- (a) 処理ガス量の決定
- (b) 発生源の調査
- (c) 臭気ガスの捕集方法
- (d) 臭気物質の成分（物理的、化学的性質）
- (e) 溶剤含有量と爆発下限濃度との関係の調査
- (f) 使用燃料の選定
- (g) 高温酸化反応に必要な温度と時間
- (h) 熱回収装置と廃熱利用

3) 触媒酸化法

本装置は米国において塗料の溶剤を処理することを目的として開発されたものである。装置は触媒と溶剤成分を（薄いNi合金製のリボンに白金系の貴金属をコーティングしたもの）接触酸化燃焼させて、無害、無臭のH₂O、CO₂、N₂に変える脱臭装置で次の様な特徴を有している。

- (a) 直接燃焼法では800°C前後の高温で排ガスを燃焼させるのに対して、250～300°Cと言う比較的の低温で燃焼出来るため、予熱燃料の大幅な節減が出来ると同時に、装置の小型化、材質、熱膨張対策などの面で有利である。
- (b) 可燃性物質が非常に薄い濃度で存在する場合でも、ほとんど完全に燃焼させることが出来る。
- (c) 薬品や水を利用する洗浄法などのように二次公害の心配がなく、吸着法のように吸着剤の再生後処理の必要もない。
- (d) 従来捨てられていた排ガス中の溶剤が触媒によって酸化され、熱を発生するので、この熱の有効利用を行なえば、乾燥炉などの燃料が節約できる。

上記の様な特徴を有するがただし、高価な白金触媒を必要とするため、安価で効果的な触媒の開発がまたれる。

(5) 廃材処理方法

残塗料、固化塗料、塗料一水混和物、廃容器などの塗料に関する産業廃棄物処理方法についてのアンケート結果は表 1.6.2 に示している。

1) 残塗料、固化塗料の処理

アンケートの回収結果では日本省力機械製作所より商品名ハイドライTの名称で、燃料で加熱された熱風を遠心力を利用し燃焼法により炉内で有害物質や臭気を分解燃焼又は酸化させ排気を無色無臭とした装置の紹介のみであったが、そのほかにも多くの処理機器メーカーがあると思われる。

2) 廃材処理

廃材処理アンケート結果を、(i)残塗料 (ii)塗料一水混和物処理 (iii)廃容器などに分け表 1.6.2 に記載している塗料一水混和物処理などについては、松下公害防止機器KKでは廃液に特殊膜材を添加し乾燥と同時に有害物質をフィルム状にパックし回収するフィルム式廃液処理装置や排水中に含まれる有機物、油脂、スラッジ等を薬品により凝集させ排水中の汚濁物質を水に不溶性の浮上に適当な形状をしたフロック生成させ、加圧水を加え浮上させる加圧浮上式排水処理装置が塗料一水混和物に利用出来るし、又日本海重工ではロータリーキルン方式の燃焼炉によりこれら産業廃棄物の処理をしている。

1.6.3 結　　び

以上塗装公害対策設備として塗装機、塗装設備、塗装公害対策設備（二次公害）について調査結果をまとめたが、塗装における公害防止対策は塗装設備面だけではなく、塗料面での無公害化、省資源化と共に対策を進めなければならないと考えられる。即ち現在塗料メーカー等で進められている塗料面の対策

無公害化塗料→無溶剤塗料、水溶性塗料、粉体塗料、非光化学反応性溶剤

省資源化塗料→無溶剤塗料、水溶性塗料、ハイソリッド型塗料、厚膜型塗料

調査結果による塗装面の対策

塗装機：一般ハイソリッド用塗装機としてはホットエアレス塗装機、無溶剤、高粘度塗料用としては超高压エアレス塗装機、2液型塗装機の適用がなされている。

塗装設備：工場塗装では一般に塗装ブースを利用した無公害塗装が行われ屋外塗装においてはノズルチップの改良、風防効果を利用して塗装、静電エアレス塗装機を用いた塗装等により塗装ミスト飛散防止が考えられる。

集塵：室内塗装における塗料ミストは湿式ブース、乾式ブース内での捕集処理に代表されるが、煤塵、鉄鋼ダスト等の大量の粉塵は、従来から使用されてきた、慣性または衝突集塵、遠心力集塵、或はスクラバーのような洗浄集塵から高性能のろ過集塵、電気集塵装置使用に移って來ている。

脱臭装置：脱臭方法は大別して活性炭吸着法と、直接燃焼法、触媒燃焼法に分けられる。活性炭吸着法は塗装工場から排出されるような有機溶剤濃度では、経済性に問題があるとされ、燃焼法が有効な脱臭方法として現在かなりの実績を有している。直接燃焼法と触媒燃焼法の比較では、後者が高価であるが運転費が前者の1/2～1/3程度となるので設置には総合的な判断が必要であるとしている。

参 考 文 献

- ① NISSAN PAINT環境規制関連情報 No. 3 日本油脂K.K
- ② 公害防止機器メーカーの調査（アンケート結果） 三井造船玉野研究所
- ③ 塗装機器メーカーの調査（アンケート結果） 三井造船玉野研究所
- ④ 日刊工業環境保全機器覧 日刊工業新聞社
- ⑤ 日本船舶振興会補助事業研究資料 No.184、200
- ⑥ 無公害、省力化への提言（塗装技術 第13巻-7号） 大気社 前川禎佑
- ⑦ 無公害対策としての塗装ブースの役割の評価（塗装技術 第13巻-10号）座談会
- ⑧ 塗装工場における悪臭除去（塗装技術 第14巻-5号）特集1-4
- ⑨ 塗装現場における除塵集塵（塗装技術 第14巻-12号）特集
- ⑩ 臭気規制の現状とこれからの動向について（塗装技術 第15巻-5号）石黒辰吉 東京都公害研究所
- ⑪ 圧送式ローラー塗装機（塗装技術 第14巻-9号）製品紹介
- ⑫ 塗装工場における公害防止対策（塗料と塗装 1975 8~11号）間宮富士雄 金属部門技術士

表 1.6.1 SR-165 公害防止型塗料の塗装機 関連公害防止機アンケート回収結果（その1）

資料提供会社 本社、住所、TEL/FAX	塗装機				集塵機		塗装システム・工場
	一般塗料用	水性塗料用	高粘・無溶剤塗料	その他	塗料飛沫	その他粉塵	
旭大隈産業(株) 愛知県尾張旭市旭前町 5050 T-488 05615-3-1212	ニューライフホットエアレス サンライズホット静電エアレス (ジンクリッヂ用)	AOSC-20Z(ステンレス仕様) 水性無機基喜 (ジンクリッヂ用)	二液エアレス 1000, 200 シリーズ APL-1型 油圧エアレス	ミストレスアクセサリー エアレスローラー			塗装プラント各種
バーカーアレスター(株) 東京都中央区日本橋2-6 T-103 03-272-4671	カップ式電子ヒーティング スプレー				バーカーベイントアレスター バーカーベイントアレスター-ブース		
日本グレー(株) 東京都世田谷区太子堂 2-6-4 T-154 03-413-2151	自動静電塗装装置	エアレススプレー EM-400 075T036(無機ジンクリッヂ用)	粉体静電塗装機 ハイドラキヤット 高粘度用 (075T065)	FFチップ	スプレー-ミスト飛散防止の研究 (日本グレー社内報) 船側面自動塗装機開発中 (ミスト飛散防止)		銅板自動塗装装置
岩田塗装機(株) 東京都渋谷区恵比寿南 19-14 T-150 03-711-7231	ホットスプレー-ユニット(ASH) エアレス静電塗装機 ホットエアレス(ALH)	ジンクリッヂ用エアレス (ALS-81C, 811-C)	静電粉体塗装機 高粘用エアレス (ALS-45, 63, 73他)	ミストレスチップ	ベンチュリーブース スプレー-ミスト飛散防止 (SR-139部会で研究)		各種塗装プラント
日本ランスパーク(株) 東京都太田区仲六郷4丁目 2-3 T-144 03-732-5211	自動静電塗装装置						
日本ダストコレクター(株) 大阪市都島区中野町3丁目 6-8 06-354-0921						バグフィルター(逆压式)集塵装置 (バグフィルター設置計画資料)	
日本省力機製作所 富士市上横割131-2 T-416 0545-63-4321						バグフィルター サイクロン集塵機	
日本メッシュ工業(株) 大阪市浪速区元町2-27-15 06-649-3041						H.E.コレクター(有臭ミスト) セントリーヒューマー	
日本スピンドル製造(株) 尼崎市瀬江西ソウケ2-1 T-661 06-499-5551					トライオン静電式ミストコレクター (油 油煙用)	NSバグ集塵装置 NSエアフィルター NSエアフィルター-静電ロール	
平野金属(株) 大阪府八尾市宮町3丁目 4-60 T-581 0729-96-1311			静電粉体塗装装置			ローテクロン集塵装置 サイクロンコレクター	
三井東圧化学(株)霞ヶ関 東京都千代田区霞ヶ関3丁目 ビル T-100 03-581-6111					MTC ミストセパレーター (可塑剤他)		
日本海重工業(株) 富山市西宮71 T-931 富山37-9271						各種電気集塵機 バグフィルター	
(株) 大気社 東京都新宿区西新宿2-6-1 新宿住友ビル 03-344-1851					ノーポンプブース	ドライブース プラスト, 塗装作業場換気集塵装置	塗装プラント(各種)
(株) 神戸製鋼所 神戸市葺谷区脇浜町1-3-18 T-651 078-251-1551						ダストコレクター(バグ型) 集塵設備	
日本工芸(株) 東京都千代田区丸の内2-4-1 03-214-3401		エマルジョン型塗装機開発中	粉体静電塗装機 (パウダートラゴン)		塗装飛散防止 (スピンドルブース開発中)	粘着性集塵装置(H-EAF)	

表 1.6.2 SR-165 公害防止型塗装機 関連公害防止機アンケート回収結果（その2）

資料提供会社名 本社・住所、TEL/FAX	排出溶剤処理（脱臭）関係			塗料水の分離	廃材処理関係			その他
	吸着・吸収方式	燃焼方式	その他		残塗料固化塗料	塗料・水混合物	廃容器など	
旭大限産業（株）							水処理装置 容量：スラリー／t	ドラム缶残塗料の廃却 処理装置保有 各社2液塗装機比較表
日本ラシスバーグ（株）								やさしい静電塗装機の使い方
日本省力機製作所		脱煙脱臭装置（直燃式）			プリンシナーK（焼却炉） ハイドロS (ドラム缶回収システム)			ドラム缶燃焼回収装置 納入実績表
山田興産（株） 福岡市博多正綱場所 5-31 T-710 092-281-5331	アメーブ小型溶剤回収装置							塗装鋼板自動洗浄装置
北炭化成工業（株） 埼玉県戸田市川岸1丁目 T-335 0484-41-2880	溶剤吸着除去装置 北炭式吸着脱臭装置			スタークール（活性炭） エスタン（脱臭剤）	スタークロック (凝集沈降剤)		塗装排水装置	納入実績表
日本メッシュ工業（株）	デミスト（有臭溶剤ミスト除去）				メッシュスキー（浮遊ガス除去）			納入実績表
平野金属（株）	H K式吸着式溶剤回収装置 H K式直燃式脱臭装置							
荏原インフィルコ（株） 東京都千代田区一ツ橋ビル 03-212-3311	乾式脱硫装置	燃焼式脱臭装置						
大阪ガス（株） 大阪市東区平野町5丁目1 T-541 06-202-2221		直燃式脱臭装置						
三井東圧化学（株）	M T C式脱臭装置	N O x 排煙脱硝装置 (触媒燃焼)			マイティピート（油吸着材）			
日本海重工業（株）							ロータリードライヤー	各種設備納入実績
（株）日本S T シヨンソン商会 東京都千代田区神田3丁目 中信ビル T-101 03-252-1251		直火式燃焼脱臭装置 (塗装工場排気脱臭実施例)						納入実績表
（株）大 気 社	吸着除去装置	オドレス（直接燃焼法） 触媒燃焼装置（ハニカム式）						「塗装設備の公害対策」 工事実績表
松下電器産業（株） 大阪府門真市門真543 T-571 06-909-4435	有機溶剤回収装置 (活性炭) 窒素酸化物除去装置			ハイドロビュル（油水分離）		加圧浮上排水処理装置 フィルム式廃液処理装置		
ガデリウス（株） 東京都港区元赤坂1-7-8 T-107 03-403-2661	フラクト、ナテコガス吸收装置	直焰式脱臭装置 (コールバック) コンバストール無公害焼却炉 アルストローム流動焼却炉						
日本工芸（株） 東京都千代田区丸の内2-4-1 03-214-3401	活性炭吸着法 湿式吸収法	脱臭乾燥炉（焼付塗料用） 触媒燃焼式脱臭装置					ホフマン・キュマチック フィルター (塗料スラッジの処理)	
日本グレー（株）		直接燃焼法 触媒燃焼法						

表 1.6.3(a) 有害ガス等排出防止装置一覧表

順	品名	メー カ 住 所 又 は 電 話 番 号 提 携	方 式 / 対 象 (対象例)	工 程 概 要	能 力 (容量、効率、除去限界等)	経 济 性 (設備費、運転費等)	備 考
1	オドロック	日産エンジニアリング 03-911-1111 日産ケメトロン触媒 03-256-5611 50/1 社名変更 (日産ガードラー触媒)	触燃／悪臭 (メルカブタン、有機質硫黄化合物 蛋白質、炭水化物分解物、一般産業、尿尿処理場、養豚養鶏場)	加熱器 100~150°C 250~300°C 熱交換器 100~120°C 触媒塔 放出 予備処理	~300 M³/H ~ 18000 M³/H 完全に酸化分解	5000 円/標準型 直燃(800°C)の半分以下 燃費 25.600 円/400千Nm³(3630H/Y) 触媒寿命(保証値) 8000 H (期待値) 12000 H	日刊工 49-11-26 (広) 日刊工 48-6-29 日刊工 48-5-10
2	脱臭装置 ZR-5型	大阪酸素工業 日本エンゲルハルド(触媒) 03-435-5490	触燃／悪臭 (硫黄化合物、塩素化合物)	昇圧 プロパン 予熱バーナー 設置面積 13M × 14M 触媒層 炭酸ガスと水	5 Nm³/min 炭酸ガスと水	1300 円/ZR-5 燃料 3 kg/H	日本工 49-8-22 日刊工 48-5-13
3	ガス直接燃焼式脱臭装置 20型~100型	大阪ガス 06-202-2221	直燃／悪臭 (印刷乾燥機(オフセット・プリキ・ガラス)、塗料サンドミル、塗装ブース、各種薬品反応釜、ショルモールドマシン、ビニールコーティング炉、汚水、汚泥処理、養豚、養鶏、化製場)	予熱 直燃 500~800°C 燃費利用	20 M³/min ~ 100 M³/min 効率 > 99 %		サイズ 2600 mm × 800 mm × (950~2950) mm (広) 表処工 48-8-1 (広) 表処工 48-6-6
4	—	—	直燃／悪臭 (有機質ガス、蒸気)	1.5 m円筒燃焼炉 1300度 130 m煙突 300度 $\rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	完全無臭状態	設備費約300万マルク(2.8億円) 運転費約100万マルク/年(1億円/年)	バイエル社ドルマーベン工場で使用 日刊工 48-6-11
5	—	カルゴン社 ベンシルバニア州ピッパード 三井物産 (輸入販売)	— (粒状活性炭)				輸入量 1,000t/年 日刊工 48-6-29
6	(触媒燃焼式脱臭装置)	大阪技研 06-261-7962 7964	触燃／悪臭 (ペイント乾燥炉、酸化エチレン等化学生産、薬品工業、食品、油脂工業、プラスチック工業、農林・水産、畜産業)	触媒エレメント 260~360°C	低濃度有害ガスも可	触媒寿命再生まで3~5年 燃費 直燃の1/3	(広) 日刊工 48-6-29
7	脱臭樹脂KS	北越炭素 045-521-4127	— (粒状イオン交換樹脂) (アンモニア、アミン、アルdehyd類)	SV 3000 悪臭ガス 吸着樹脂 アルカリ液溶出：中和			(広) 日刊工 48-6-29
8	UNEIC-A C型	大阪光音電気 06-458-3184	— (粉塵) (プラスチック加工、飼糞乾燥、治金、浮遊選鉱、松肥煙、一般焼却炉煙、タールヒューム)		二酸化イオウ 99.1% 200→1.5PPM アンモニア 99.0% 500→50 フェノール 99.2% 55→0.6 H·C·H·O 99.7% 260→0.7		(広) 日刊工 48-6-29
9	ハイドラーS	日本省力機製作所 0545-51-1697 金生興業(販売) 06-245-0111 03-684-2131	直燃／悪臭 (焚却炉、乾燥機、熔解炉、養糞場)	>1200°C/高圧 加熱炉壁 不然粒子 心 選元霧団気 バーナー タールミスト < 0.0003 g/M³ 一般燃焼炉 < 0.053 g/M³ 放 出	脱臭効率 99.999 % タールミスト < 0.0003 g/M³ 一般燃焼炉 < 0.053 g/M³	装置安価 耐久力抜群 ランニングコスト 従来理論値の1/2	(広) 日刊工 48-6-29

表 1.6.3(b)

名	品 名	本 所 又 は 電 話 番 号 提 携 番 号 先	方 式 (対 象 例)	工 程 概 要	能 力 (容 量 , 効 率 , 除 去 限 界 等)	経 済 性 (設 備 費 , 運 転 費 等)	備 考	
10	エースボール	佛 ニ セ イ 03-543-4408	液面減少／防臭	石油化学、製鉄、非鉄金属、表面処理、製薬、染料、紙パルプ	液面に浮遊(91%をカバー)		(広) 日刊工 48- 6-29	
11	(ニコレス ヘレショフ型再生炉)	オ ル ガ ノ ニコルス社 (米)より技術導入	活性炭再生			ランニングコスト 8.4 円/M ³ (従来 91.7 円/M ³)	日刊工 48- 7-24	
12	N H式公害防止装置	ニ カ 東京都板橋区常盤台2-20-18 (印刷工場)	活性炭吸着／悪臭	北炭化成工業 0484-41-2880 (中村)		1000万円本体 3500万円再生装置付	600 M ³ /min	日刊工 48- 8-16
13	コルバック 直焰式脱臭装置	椿 本 興 業 大阪市北区 ガ デ リ ウ ス 東京都千代田区	直燃／悪臭 (蒸発、合成樹脂 トンネルキルン ターミストピーム)	スロッドシリンダー内で ルミナスフレーム燃焼酸 化熱分解無臭化		運転費: コルバック熱交換器で大幅 低下 (熱回収利用)		日刊工 48- 8-21
14	(塗装ブース)	モトズ・エンタープライズ 神戸市生田区栄町通4-2-1	水洗／悪臭 (塗装工場) (塗料臭)	クラフトフィルター 木製チップフィルター (内側に水を流す) 塗装		木製チップフィルター 1年間使用可		日刊工 48- 9-5
15	(触媒燃焼式脱臭装置)	ユ ニ チ カ	触燃／悪臭 (アンモニア、酸化メチル トリメチルアミン、印刷 塗装、化学、合成樹脂)	白金触媒 200 ~ 300 °C CO ₂ +H ₂ O → 悪臭ガス		23000千円 / 300 M ³ /min		日刊工 48- 9-12
16	チ ロ ン	有 本 機 器 719-2641 コーナーズ&カンパニー LTD. (輸入) チロン (西独) (製造)	(低圧塗装)				(広) 日刊工 48-11-13	
17	(バッフルブース)	岩 田 塗 装 機 工 業 711-7231	水洗／塗料ミスト 二次 フ ィ ル タ ー 板 ト		塗料ミスト捕集率 ≥ 90 %		(広) 日刊工 48-11-13	
18	(スパイラルノズル)	昭 和 建 材 工 業 842-5721	(水洗用ノズル) スパイラル噴霧 目詰り解消				(広) 日刊工 48-11-13	

表 1.6.3(c)

順 番	品 名	メ ー カ ー 一 住 所 又 は 電 話 番 号 提 携 先	方 式 ／ 対 象 (対 象 例)	工 程 概 要	能 力 (容量, 効率, 除去限界等)	経 済 (設備費, 運転費等)	性 能 性	備 考
19	(塗装プラント)	東泉製作所 0423-77-1811	完全渦過自動巻取ロールフィルター他					(広) 日刊工 48-11-13
20	PRD-W型スクラバー	ブラン・ス工業 619-9882-9888	吸收／粉塵, 溶剤, 臭気 	除去率 ガタログ 実測 ベンゼン 80% 40% トルエン 0% 0% 粉塵 94% 94%	300万～1000万円		インチキ商品として 大阪府が摘発	朝日 49-4-10 毎日 49-4-9 (広) 日刊工 48-11-13
21	T R - 200 A T R - 70 A T R - 20	海上電気 東京都千代田区神田錦町1-19	活性炭吸着／溶剤ガス 	~ 60 ~ 100 M ³ /min 20 ~ 40 M ³ /min 10 M ³ /min 排出口で 現行条例(一般に 100 PPm以下)の1/5 以下	680万円/TR-200A 450万円/TR-70A 150万円/TR-20(手動)			日刊工 48-11-27
22	(触媒酸化式排気燃焼装置)	古河電工 (装置・設計・製作) 日本触媒 (販売・技術サービス)	触燃／悪臭 (電線製造工程の焼付) (クレゾール系溶剤) 	98%以上	800万～1000万円/50～100M ³ /min 触媒寿命長い			日刊工 49-3-7
23	S B T - 50型	シグタニア 小田原市蓮正寺470	焼却／廃液 二回転式 廃 次燃 密閉 (塗料・漆品・印刷) (有機溶剤廃液) 	液 7L/H	95万円		1170 L × 695 W × 1430 H mm	日本工 49-11-5 日刊工 49-4-17
24	吸着脱臭装置 (吸着溶剤回収装置)	日機工 化研機工 東京都新宿区下落合2-634	吸着／悪臭 (揮発性有機化合物)			億単位		日刊工 49-4-24
25	(塗装排気処理装置)	マトコ工業 (前出)	活性炭吸着／有機溶剤 					日刊工 49-6-13
26	SK-201型	昭和建材工業 03-842-5721	洗净・吸着・酸化還元／塗装排気 	除去率 最高 96.7%	本体 250万～350万円/40 M ³ 排気内容で異なる			日刊工 49-6-17
27	MCRミストクリーナー	ミナチ化成 東京都千代田区神田 佐久間町3-21	吸着／塵・ミスト・悪臭 	集塵 > 90%	500万円/MCR-300型			日刊工 49-6-20

表 1.6.3(d)

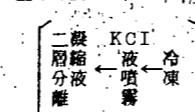
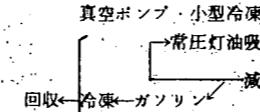
名	品 名	メ 住 所 又 は 電 話 番 号 提 携	方 式 / 対 象 (一対一例)	工 程 概 要	能 力 (容量、効率、除去限界等)	経 济 性 (設備費、運転費等)	備 考
28	ザラニン酸化還元 フィルター	カシューエンジニアリング (組込利用) 東京都荒川区西尾久 8-12-5 東陽通商(西独より輸入) 東京都中央区日本橋本石町 1-2	触媒酸化還元/悪臭 (スチレンガス)	酸常 化還 元温	700万円/150M ³ /h 入口: 50ppm → 0		日刊工 49- 6-27
29	(コンゾーバーネット)	三 井 建 設	回収/ガソリン	大型冷凍機常圧 -30 ~ -40°C 	600 M ³ /H ~ 3000 M ³ /H 回収率 90% 将来 93 ~ 95%		他にウルトラフロート・カバー(ウルトラフロート社)米の蒸発防止装置 (効率 95%) 日刊工 50- 3-17 日刊工 49- 11- 8 日本工 49- 11- 7 日刊工 49- 7-11
30		不 二 管 鉄 日 独 清 化 エミッション アベインメント(米)	回収/ガソリン	真空ポンプ・小型冷凍機 →常圧灯油吸収 	回収率 > 95%	1000万円/ペーパー 100M ³	日本工 50- 3-17 日本工 49- 7-11
31	(ペーパー回収システム) 他に ペーポトール (簡易回収装置) ペーパーフロート (蒸発防止装置)	オ ナ 一 バ ル 機 器 ペー ボ レ ッ ク ス(米)	回収/ガソリン	低温・低圧 圧縮・冷凍 (又は低温吸収)	600 M ³ /H 回収率 > 95%		日本工 50- 3-17 日本工 49- 7-11
32		月 島 機 械 03-533-4111 カ テ ッ プ ク ラ ス	回収/ガソリン	圧縮冷凍			低下 高圧 → 9 kg/cm (改良中)
33		日 商 岩 井 ソームスースベリア(米)	回収/ガソリン	圧縮冷凍			日本工 50- 3-17 日本工 49- 7-11
34	(ペーパー回収装置)	大 倉 商 事 パー カー ハネ フィン(米)	回収/ガソリン	圧縮冷凍 (低温循環型吸収)			日本工 49- 7-11
35	(ペーパーリカバリー システム)	甲 陽 建 設 三 井 建 物 産 イ ン ガ ソ ル ラ ン ド(米)	回収/ガソリン	常温 常圧 低温 低圧 低温 リーンオイル吸収 再生回収	960 M ³ /H 回収効率 > 90%		他にコーンルーフタンク 用の蒸発防止スクリーン "アルディック" (ロッシュ ブリビ社)。 日刊工 50- 3-17 日刊工 49- 9-19 日刊工 49- 9-13 日本工 49- 7-11
35	(脱臭装置)	新 東 ダ 斯 ト コ レ ク タ 名古屋市中村区笹島町 タ ナ カ 技 研 滋賀県長浜市地福町 5-37	吸着/悪臭 (SO _x , NO _x , 不飽和脂肪酸 アルデヒド, 無機ガス, 天然ガス △臭)	複合吸着剤	殆んど 100%		日刊工 49- 7-17

表1.6.3(e)

番	品 名	メー カー 一 住所又は電話番号 提 携 先	方式／対象 (対象例)	工 程 概 要	能 力 (容量,効率,除去限界等)	経 済 性 (設備費,運転費等)	備 考
37	(脱臭システム)	日本合成ゴム タナカ技研(前出)	吸着/悪臭 (NOx中心)	気相流動吸着 タナカファイン		3000万円/100M ³ /H 9000万円/400M ³ /H	日刊工 49-7-17
38	(廃ガス処理装置)	東京漉紙 群馬県多野郡新町2749	凝縮/アルコール	凝縮回収	80%回収		日刊工 49-7-24
39	アレスター溶剤脱臭装置 DYシリーズ	バーカーアレスター 03-272-4671	活性炭吸着/溶剤	カーベア 式トートン→スイ 活性ツットバタ 性ツバツ 炭ジード	140M ³ /H DY-9..... 400M ³ /H DY-28..... 除去率 塗料噴霧 > 99.5% トルエン,キシレン > 95%	143万円 320万円	日刊工 49-8-31 日本工 49-8-9
40	ソルボマート	三菱重工業 03-212-3111 ルルギー	活性炭吸着/溶剤 (石油系炭化水素 ハロゲン化炭化水素 アルコール,エーテル エステル,ケトン)	活性炭吸着→冷却 再生 溶剤回収	回収 最大 99% 平均 > 95%		(公) 日刊工 49-8-16 (公) 日本工 49-8-16
41	(ガソリン蒸気 回収装置)	日本揮発油	回収/ガソリン	常圧低温 ガソリン 蒸気	300~600M ³ /H 回収率 > 90%	1500万円/100M ³ /H	日本工 50-3-17 日刊工 49-8-28
42	(グラビア排ガス燃焼 浄化装置)	中島精機 東京都葛飾区奥戸2-17-18	自然/排ガス (グラビア印刷機 コーティングマニーナー)	有グ 中島式 蓄熱装置 ガビニア 自然	160M ³ /H 100,250,400M ³ /H ランニングコスト火種だけ	3000万円	日刊工 49-8-29
43	M E式無公害塗装室	明治機械製作所 06-309-1221 大阪科学技術センター(技術指導) 荏原製作所(技術提携)	活性炭吸着/溶剤 (塗装ミスト)溶剤	活性炭吸着→[ミスト] 分離機 水洗 ミスト 塗装 排 氣	大阪府公害基準を下回る 除去率 塗装ミスト 99.5% 溶剤 > 95% 15~8 ppm	500万円/200M ³ /H 50万円/月程度 直燃の半分以下	M E B型 新設用 M E C型 既設用 塗料工 49-9-25 日刊工 49-9-10
44	(全自動有害排気ガス 浄化回収装置)	烟電機製作所 東京都大田区東雪谷5-11-13	活性炭吸着/溶剤 (塗装排気,印刷排気 洗浄機,ドライクリーニング)	←流动式 活性炭槽 超音波 排 氣 分離→冷却→再生器→蒸気		運転費安い	日刊工 49-9-12
45	(溶剤凝縮回収装置) FL-150K	富士音響精機 大阪市福島区上福島北2-83	凝縮回収/溶剤 (化学工場,塗料工場 B.T.X.,ジンナー アセトン)	←[酸化還元 触媒 フィルター] 乾式 沪布 ←[凝縮加圧 フィルター] 溶 剤 ガス 冷却 -5~6°C	150M ³ /H 除去率 99%	1000万円(本社) 1500万円(付属設備込)	排風 14°C冷房利用可 or 20°C/40% R.H. 日刊工 49-9-12 日本工 49-9-12

表 1.6.3(f)

No.	品 名	メー カ 住 所 又は 電 話 番 号 提 携 先	方 式 / 对 象 (对 象 例)	工 程 概 要	能 力 (容 量, 效 率, 除 去 限 界 等)	経 済 性 (設備費, 運転費等)	備 考
55	(有機溶剤ガス回収装置) NR-150, 200, 600型	日成商事 香川県観音寺市観音寺町	活性炭吸着/溶剤ガス (塗装工場溶剤)	活性炭溶剤 吸着 ← ガス 乾燥 → 脱着 回収 ← 濃縮	150M ³ /h NR-150 5万円/M ³ 200 " NR-200 45万円/" 600 " NR-600 2万円/" 回収率 > 90% > 99.87% 維持運転費 44,698円/月 200M ³ /h	吸着 → 再生サイクル Ca. 3 OH	日本工 50-1-10 日刊工 50-1-9
56	(バイロリシステム インシネレーション式) 活性炭再生炉	日本電子材料 尼崎市口田中野上 167-10 ケルファ・コーポレーション(米)	活性炭再生 (Hg, Pb, Cdとりだし) H ₂ O gas	活性炭 加熱 1100°C Hg, Pb, Cd 回収	200万円		日刊工 50-1-9
57	(真空脱離式) 溶剤回収装置 スカイメートシリーズ	神戸技研 神戸市兵庫区塚本通3-8	活性炭吸着 / 溶剤ガス (塗料, インキ, ゴム加工, 合成皮革, 印刷, B.T.X., 酞酸エチル, ベンジ ン, ヘキサン, プセトン, メタノ ル, エタノール, トリクレン)	活性炭吸着 → 溶 剤 間接加熱 真空脱離 回収	50~400M ³ /h 除去効率 > 99%	KSV 50型 980万円 100 " 1,300 " 150 " 1,700 " 200 " 2,000 " 300 " 2,700 " ランニングコスト大幅安	日刊工 50-2-4 日本工 50-1-27
58	I NOUE-VIC	井上金属 06-928-3231 浅田鉄工等(販売) VIC MANUFACTURING CO. (米)	回収/溶剤 (フレオン, メチレンクロライド トリクロレン, ドルエン, アセト ン, E.D.C., ヘブタン, ヘキ サン, クロロフルム, パーク ロルエチレン)	20M ³ /h (536AD), 560M ³ /h (596A.4)			塗料工 50-2-5
59	(廃溶剤 焼却装置一式)	C.R.C. 松山市堀江町	焼却/廃液 (再生蒸溜カラ B.T.X. C ₆ 化合物)			2億円 BTX 300/H C ₆ 系 700/H H ₂ O 500/H	日刊工 50-2-6
60	CSK活性炭吸着装置	久保孝ペイント 大阪市東淀川区西淡路町 2-389	活性炭吸着/悪臭 (塗装脱臭専用)	常温 ~ 50°C 塗 装 吸着 ← 排 氣	10~100M ³ /h 除去効率 無臭無害	本体 150~550万円	日刊工 50-3-17 日本工 50-2-19 日刊工 50-2-11
61	CSK 触媒燃焼式脱臭装置	久保孝ペイント 前出	触燃/悪臭 (塗装脱臭専用)	CO ₂ + 300°C H ₂ O + 400°C 塗装 触媒 排氣	10~500M ³ /h	本体 400~3,000万円 燃料費従来の1/5	日刊工 50-3-17 日本工 50-2-19 日刊工 50-2-11
62	(塗装用完全無臭型 乾燥炉)	日本工芸工業 前出 神奈川工業試験所	直燃/悪臭 (塗装)	放出 ← 直燃 間接放熱管 乾燥炉 max: 180°C	除去率 > 99% 40~50 ppm → 0.7 ppm / HCHO	400万円前後/標準仕様 乾燥炉に熱利用 燃料費従来の約半分	日本工 50-2-12 日刊工 50-2-12
63	(吸着脱臭装置)	空調工業 横浜市中区立野75-1	活性炭吸着/溶剤 (化学工業, 塗装, インキ グラビア印刷, 合板)	活性炭 冷却 排氣	濃度 < 25ppm	触燃の1/5, 直燃の1/10	日刊工 50-2-13

表 1.6.3(g)

名	品 名	メー カー 一 住 所 又 は 電 話 番 号 提 携 先	方 式 / 对 象 (对 象 例)	工 程 概 要	能 力 (容量 , 效率 , 除去限界等)	經 济 社 (設備費 , 運転費等)	備 考
46	(無公害溶剤回収装置)	松下電子工業 三、央、冷、熱 大阪市北区北森町18 松下公害防止機器 受注・設計・施工 大阪府豊中市 稲津町3-1-1	活性炭吸着/溶剤 N ₂ 内間接加熱 減圧脱着回収	←[活性炭吸着塔] ←前処理ターフ ←排気フリ ↓	18000M ³ /H 200 ppm → 50 ppm (排出口 5 ppm)	20日吸着, 5H再生	日刊工 49-9-18 日本工 49-9-18
47	(光化学法による酸化分解)	京大工・鍵谷グループ	紫外線分解/有機物 (火力発電, コンピューター, 塗装工場, クリーニング, H ₂ , ビニールモノマー, 塗料溶剤蒸気)	水洗 ← HCl ← CO ₂ ← 0.01~0.1% UV 20~40° (高圧水銀灯)	被酸化性空気		日刊工 49-9-20
48	ヲサメ式 排ガス処理装置 H2A型	ヲサメ工業 045-571-3841	薬液吸収/ホルマリン	ヲサメリキッド OHA-1 洗净・吸状塔 ← 焼ガ付ス炉	除去率 99.96%以上 669~361 ppm → 残出限界以下 (0.02 ppm)	薬液 0.2円/1M ³ ガス	塗料工 49-9-25
49	(塗装用脱臭装置) 廃棄物焼却炉兼用 300型	東宝工業 東京都墨田区八広3-1-12	吸収+燃焼/臭気 (塗装ミスト, 廃液)	放液 ← 冷却 ← 燃料 吸収 ← 却却ミスト 21ト 次々	50M ³ /min ~ 300M ³ /min 3000 ppm ~ 200 ppm/T.X. (1次 600 ppm → 100 ppm 1000 ppm → 150 ~ 200 ppm 80~85%)	既存装置の1/3 ~ 1/4 冷却水量 6 t, 廃液 6 t プロワー15kw, ポンプ 22 kw	日本工 50-3-12 日刊工 50-2-13 日刊工 49-11-3
50	セントレス脱臭装置 SP-500型	東陽通商 東京都中央区日本橋本石町1-2	常温分解/有機溶剤 (塗装, フィルム, 接着)	カートリッジ フィルター H C用 N H ₃ アミン用 一般悪臭用 H S, N化合物用	溶剤ガス	カートリッジライフ 8 H/day × 2年	日刊工 49-10-3
51	(焼却炉)	日本アビリティーズ 東京都渋谷区代々木5-17	焼却/廃溶剤 (廃溶剤, 塗料カス, ブラスチック系廃棄物)	up to 40~50 L/H → 5000 L/H 無煙無臭化	助燃剤不要		日刊工 49-10-5
52	(スルボン基系 高分子吸着剤)	工業技術院製品科学研究所	吸着/トリエチルアミン	ト ルリ ーH型スルボン樹脂 ← アエ 吸着 ミチ ン	活性炭より20%反応量多い		日本工 49-10-29
53	ニップクリーンブース NCB-1型~5型	日本ペイント	水洗/粉塵 (塗装ブース)	水車利用 水飛沫洗 塗装 ミスト	粉塵除去率 99% 溶剤ガス濃度 (水洗ブースの1/2)		塗料工 49-12-15
54	(スプレー塗装用無公害 排気装置)	イマムラ・プラント 愛知県西春日井郡清洲町大字西 田中 こだま塗料 寿塗料 緑商行 (代理店)	水洗/粉塵 (塗装ブース)	無公害化 散気泡 塗装 ミスト エアート	除去率 媒塵 < 0.04 g/M ³		日刊工 49-12-10

表1.6.3(h)

名	品名	所又は電話番号 提携先	方式／対象 (対象例)	工程概要	能 (容量、効率、除去限界等)	経済性 (設備費、運転費等)	備考
64	ガルニ式 NP乾燥炉	富士化学会社 東京都目黒区下目黒5-19-15 マニル産業 東京都港区芝4-17-4	直燃／悪臭 (塗装)	放出 ← 脱臭 ← 直燃 ← 乾燥 800C 炉		熱交換率 80%	塗料タイムス 50-2-21
65	(ガソリンペーパー) 回収装置	三菱重工業 前出 シェル石油	凝縮回収／ガソリン (ガソリン)	ガソリンペーパー 冷却重質HC 気液接触 ← 冷却ガソリン 加圧 ← 低圧 真空再生 吸収回収	200M ³ /h 回収率 > 90%		日本工 50-3-17 日本工 50-2-27
66	溶剤ガス脱臭装置 AB-120型, 6型 30型, 15型	常盤電機 岐阜県各務原市那加新加納町	吸收、吸着／溶剤 (印刷、塗装、アルデヒド ケトン、アルゴール、フ ェノール、芳香族、カル ボン酸、ハロゲン化物)	活性炭洗浄室 トキソリーン／水 エマルジョン 吸着吸収、分析	15 M ³ /min A.B. 15 30 " " 30 60 " " 60 120 " " 120 除去率 n-ヘキサン 96% T. 98% B. 酢エチ 100% ランニングコスト 10万円/月 A.B. 30	トキソリーン・高分子溶媒 トキソリード吸着付 ランニングコスト 10万円/月 A.B. 30	日刊工 50-3-13 日本工 50-3-7
67	セキスイ ハイカムフィルター	積木シート成型工業 大阪市北区 モトズエンターブライズ 前出 日新製袋 香川県観音寺市	涙別／粉塵・ミスト (塗装工場、陶器工場) 塗装ミスト、粉塵、 陶磁器排油	フィルター振動回収 排気 ← [塗装ミスト] ← フィルター ← ミスト 回収	除去率 > 99% (>10μ のミスト) 風速 0.8 ~ 1 m/sec.	35万円/M ³ フィルター バッジフィルター) 等の マッチサイクロン	日本工 50-3-12
68	Kフィルター (仮称)	東洋紡績 トヤマキカイ 富山市 東洋紡エンジニアリング 大阪市北区 呉羽セメント 大阪市東区	活性炭繊維(不織布サンドイッチ→フェルト状) (SO ₂ , NO ₂ , O ₃) 有機溶剤	吸着表面積 1,500 ~ 2,000 M ² /g 吸着下限濃度 10 ppm/トルエン 粒状活性炭に比し 吸着量 15 ~ 10倍 吸着速度 100 ~ 1000倍 除去率 > 95%			日刊工 50-3-19 日本工 50-3-18
69	リターンI型 リターンII型	東京タツノ	回収／ガソリン リターン式 (I型) リターン式+冷却 (II型)				日本工 50-3-17
70	(移動式脱臭装置)	中央工熱 尼崎市尾浜町1-6-14	ろ過、吸着／脱臭	塗装業者、薬液混合時に発生する悪臭を フィルターと活性炭で除去、排気ファン付	吸着剤の活性炭は連続 60 時間使用可、 目詰りはフィルターを順次表面からはがして対処出来る。	フィルター 1,800×900%のもので約 80万円	日刊工 50-3-17
71	(薬液吸收装置付き) ウォーターブース	整機工業 京都府長岡市神足麦生12	薬液吸收+塗装排気 (有機ガス、溶剤ガス 塗料ミスト)	吸収装置 活性炭 ← [薬液ノルテックス スクラッパー スプレー併用] ← 排気	100, 200, 300 M ³ /sec 除去率 吸収装置だけでも 塗料ミスト > 95% 溶剤 > 80%	約 300 万円 / 100 M ³ /sec	日刊工 50-4-14
72	(揮発性炭化水素) 除去システム	昭和石油 日独净化工業	吸着／溶剤 (B.T.ガソリン)	吸着 ← [特殊高沸点] ← 蒸気 溶剤回収 ← 加温減压 ← エステル	回収率 > 90%		日刊工 50-4-21

表 1.6.3(i)

No	品 名	住 所 又 是 電 話 番 号 提 携 先	方 式 / 対 象 (対 象 例)	工 程 概 要	能 力 (容 量 , 効 率 , 除 去 限 界 等)	経 済 性 (設 備 , 運 転 費 等)	備 考
73	オ フ セ ッ ト 用 脱 臭 装 置 W R シ リ ー ズ	三 梁 重 工 葉 前 出 大 阪 酸 葉) この組合 日本エンゲルハルド せ前出	触燃／脱臭 (オフセット輸送)		75M ³ /min WR - 50 100 " WR - 65 150 " WR - 100 200 " WR - 130	燃費 直燃式の $\frac{1}{6}$ ~ $\frac{1}{4}$ 触媒ライフ \geq 1年	日本工 50-4-24
74	多 目 的 烧 却 脱 臭 炉 (フ ォ ーチ ェ ン バ ー 方 式)	ヲ サ メ 工 葉 横浜市鶴見区江ヶ崎町 10-32	乾燥炉ガス 燃焼／廃液焼却 有害固体物	予備熱交換室→燃焼室→ →2次燃焼室→温度維持室 4室式, 700~800°C, 直燃, 触燃可	排ガス処理量 2Q 3Q 4Q 5Q M ³ /min 排出時 トルエン 0.1 ppm キシレン 0.8 ppm 可	600万円	日本工 50-5-5
75	(童 装 ブ ー ス)	ヲ サ メ 工 葉 横浜市鶴見区江ヶ崎町	エアーカーテン方式 74 とセット使用	塗料カスは塗料凝集剤を使用し, プ ース下部の水中に沈殿させる。溜水 式でポンプ不要, セミクローズド方 式	ミストは 99% 以上除去	180~210万円	日本工 50-5-10
76	(復層 フ ィ ル タ ー ミスト, ダスト, 油 煙, 蒸気, 同時処理)	タ ナ カ 技 研 滋賀県長浜市宮司町	吸着, ろ過/脱臭 (プラスチック加工, ゴム加工) (塗装, 油脂製造, 食品加工)	"パウダロザイ" (商品名) と ろ過基材プロア付	ES-10 10~15 M ³ /min ES-15 15~20 "	88~125万円 運転費 200円/日	日刊工 50-5-15

1.7 あとがき

本年度の研究結果を要約すると次のようになる。

(1) 新船舶用塗料の開発

現在、造船所で使われている塗料の炭化水素対策用塗料として、(イ)溶剤変更塗料として、(a)水性塗料、(b)非光化学反応溶剤含有塗料が、(ロ)溶剤低減塗料として、(a)無溶剤塗料、(b)低溶剤塗料、(c)低溶剤非光化学反応溶剤含有塗料が試作開発あるいは開発中である。上記の開発塗料がすぐに現在使われている塗料に代えるには、塗料性能、作業性、経済性の検討をさらに検討する必要はあるが、塗料化の可能性があることは判明した。しかし、塩化ゴム塗料の水性化、無溶剤化、ビニル塗料の水性化、無溶剤化、低溶剤化、コールタール・ウレタン塗料の水性化は困難であることも判明した。

(2) 非光化学反応溶剤の調査

新しい炭化水素対策用塗料の開発とともに溶剤についてもオキシダント発生低減のために、非光化学反応性溶剤の開発が、石油会社、化学会社で行なわれている。しかし現在はまだ試作段階が多く、大量に生産し、塗料に使うには、価格、供給体制、炭化水素規制動向等の要因が相互に関連しあい決定されると考えられる。

(3) 塗料溶剤の光化学反応性には差がある。しかし反応して出来た物質が全てオキシダント物質に変化するわけではない。さらにこの問題について実験条件、実験の再現性等を検討し、光化学反応性の難易については昭和52年度に報告する。

(4) 炭化水素規制の調査

炭化水素規制は国内外で行なわれ、我国でも各都道府県、市町村等で指導基準が出されている。その基準は、下記の方針で行なわれている。

- (1) 炭化水素類の発生源および発生施設について構造物使用管理基準の遵守を義務化する方法
- (ロ) 排出口における排出濃度を規制する方法
- (ハ) 敷地境界線における環境濃度を規制する方法
- (ニ) 敷地境界線濃度基準を設定し排出口の高さを定める方法

(5) 公害防止対策の調査

新しい炭化水素対策塗料が開発される一方、塗装面でも公害防止対策の検討が行なわれている。

新しい塗料に合った塗料として水性塗料用塗装機、高粘度用塗装機ホットエアレス塗装機が開発されている。

塗料ミスト飛散防止対策として静電エアレス塗装機、圧送式ローラ塗装機、屋外塗装ケージ等が開発されている。

集塵、脱臭にも種々の方式が開発検討されている。

重要な点は公害対策機器の有機的な組み合せにより実際の塗装作業に適した公害対策設備を設計することが大切である。