

揮発性有機化合物の物質別排出インベントリ

1. 揮発性有機化合物 (VOC) の排出量

1.1 揮発性有機化合物 (VOC) の排出量の経年変化

1.1.1 全国的な状況

発生源品目別の VOC 排出量をみると、塗料が最も大きな割合を占めているが、排出量は減少傾向を示している。平成 21 年度排出量は 82 万トンであり、平成 12 年度の 142 万トンに比べ約 42%の低減となっている。(図 1-1)

物質別の VOC 排出量は、トルエンやキシレン類などの炭化水素系が大きな割合を示している。(図 1-2,表 1-1)

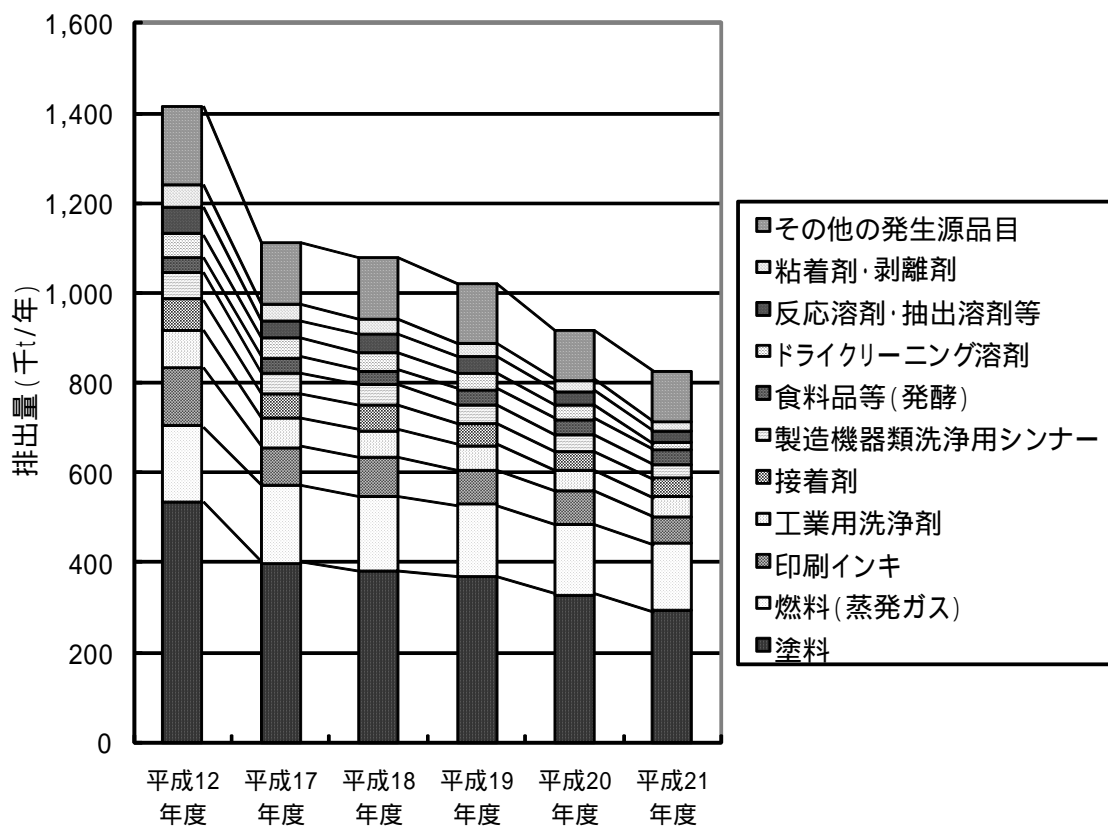


図 1-1 発生源品目別の VOC 排出量の推移

出典：VOC 排出インベントリ検討会,2011

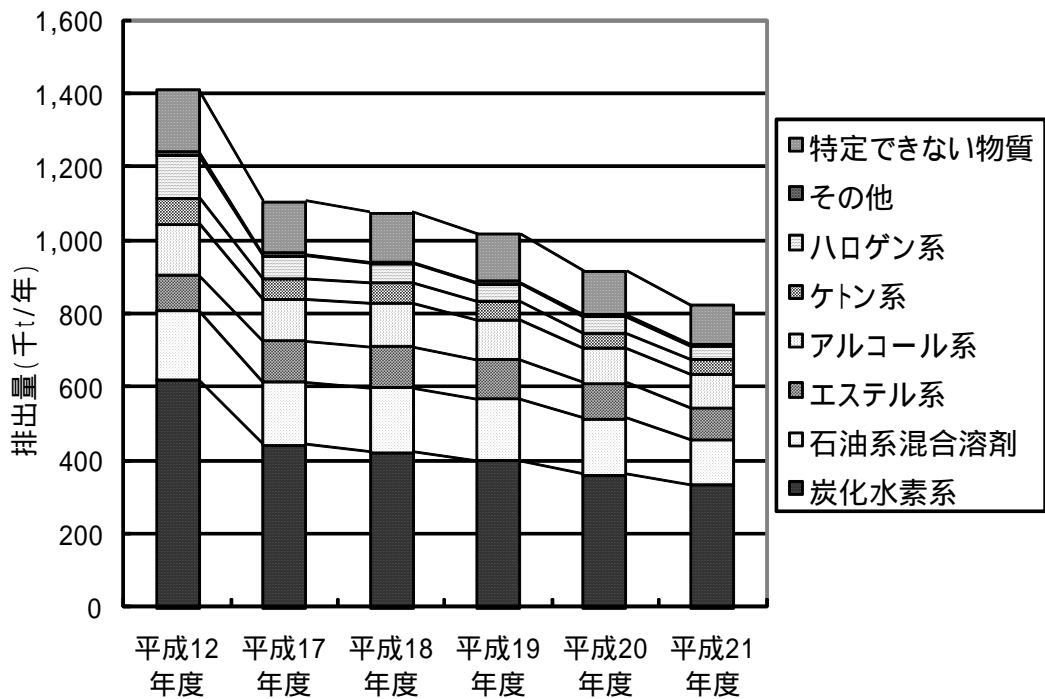


図 1-2 物質別の VOC 排出量の推移
出典：VOC 排出インベントリ検討会,2011

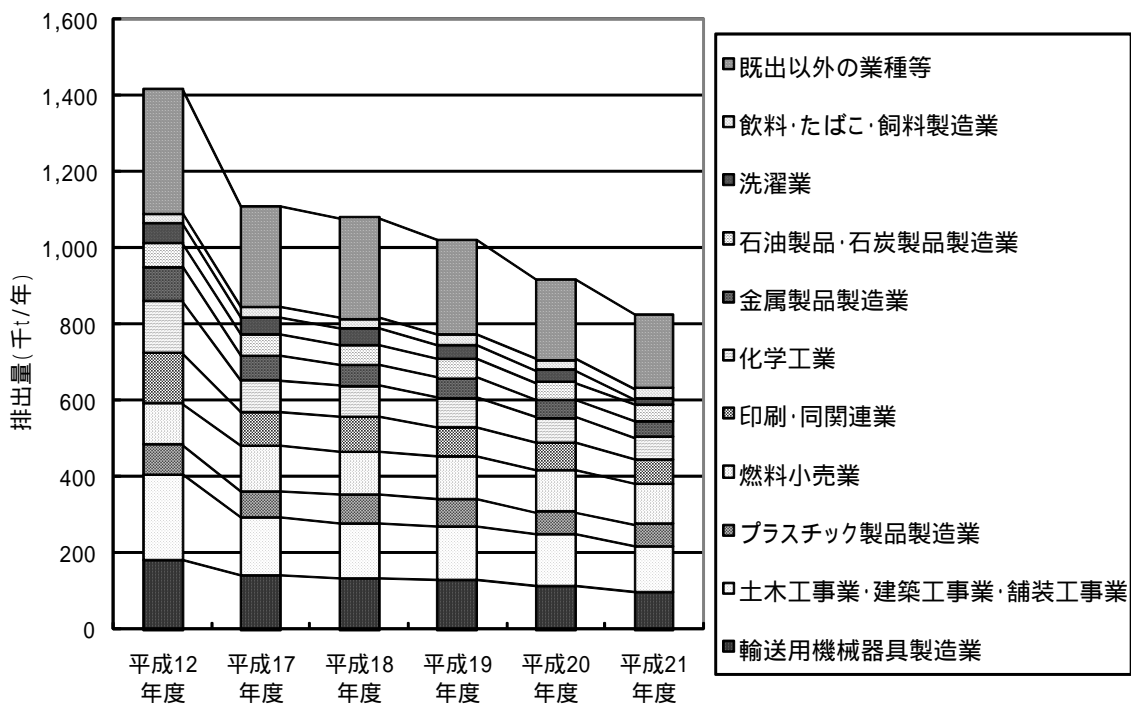


図 1-3 業種別 VOC 排出量の推移

注：土木工事業、建築工事業、舗装工事業は、推計上別々に扱っているが、本図においては、合計値を示した。
出典：VOC 排出インベントリ検討会,2011

表 1-1 物質別の VOC 排出量（平成 21 年度推計結果）

物質グループ	物質コード	物質名	排出量(t/年)					
			平成12年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
炭化水素系	1001	トルエン	199,442	121,847	114,700	101,978	86,530	72,884
	1009	キシレン類及びエチルベンゼン	215,686	125,359	117,240	109,679	96,027	88,777
	1004	1,3,5-トリメチルベンゼン	1,840	347	56	57	42	50
	1005	n-ヘキサン	23,314	17,954	19,622	20,039	17,462	14,954
	1007	シクロヘキサン	7,665	7,167	6,999	7,230	6,560	5,619
	1008	n-ヘプタン	245	251	242	233	225	217
	1100	その他(炭化水素系)	170,322	171,042	165,148	159,999	155,585	149,739
アルコール系	2001	メチルアルコール	30,685	21,211	22,081	18,841	12,994	13,610
	2002	エチルアルコール	32,251	34,399	36,350	33,273	33,899	34,636
	2003	イソプロピルアルコール	47,937	42,831	42,468	40,434	31,772	29,529
	2004	n-ブチルアルコール	0	0	106	125	131	111
	2005	イソブチルアルコール	82	99	98	67	55	45
	2100	その他(アルコール系)	27,693	15,112	15,434	15,197	13,541	12,973
	ケトン系	3001	アセトン	14,694	11,596	10,988	10,032	8,228
3002		メチルエチルケトン	36,817	28,199	30,520	27,351	24,554	21,903
3003		メチルイソブチルケトン	20,116	13,555	13,680	12,619	11,294	9,793
3100		その他(ケトン系)	25	1,234	797	960	779	638
エステル系	4001	酢酸エチル	94,035	80,146	82,681	80,996	73,307	65,554
	4002	酢酸ブチル	11	25,843	23,911	22,226	19,904	18,367
	4100	その他(エステル系)	2,702	5,310	4,357	4,830	5,000	4,528
グリコール系	5001	エチレングリコール	233	467	550	349	336	308
エーテル/グリコールエーテル系	6003	エチレングリコールモノブチルエーテル	255	316	177	214	195	140
	6004	プロピレングリコールモノメチルエーテル	1,491	1,237	940	910	910	471
6100	その他(エーテル系/グリコールエーテル系)	462	486	489	492	490	508	
ハロゲン系	8001	ジクロロメタン	57,489	29,146	24,305	21,376	20,738	14,753
	8002	クロロホルム	107	135	144	64	60	77
	8003	トリクロロエチレン	24,232	17,333	15,542	12,835	11,955	10,190
	8004	テトラクロロエチレン	11,831	6,673	5,565	4,592	3,908	3,268
	8100	その他(ハロゲン系)	19,237	6,545	6,033	5,622	5,102	4,826
その他の単体溶剤	9002	N-メチル-2-ピロリドン	8	6	4	0.1	0.1	0.0
	9004	N,N-ジメチルホルムアミド	6,559	4,883	5,809	5,478	4,097	2,832
	9100	その他(別記以外の単体溶剤)	8,046	7,299	6,099	5,848	5,475	5,040
石油系混合溶剤	10002	工業ガソリン2号(ゴム揮発油)	15,930	11,780	10,740	10,161	8,508	6,796
	10004	工業ガソリン4号(ミネラルスピット)	3,281	2,420	2,342	1,773	1,715	1,361
	10005	工業ガソリン5号(クリニグソルベント)	45,094	39,799	37,797	34,318	29,157	12,600
	10009	ソルベントナフサ(コールドタルナフサ)	62	52	49	47	39	31
	10100	その他(石油系混合溶剤)	14,822	12,686	13,043	14,651	16,162	18,505
	11100	分類できない石油系混合溶剤	111,465	104,210	110,993	108,602	96,024	84,175
特定できない物質	99100	特定できない物質	170,645	142,107	132,259	128,025	115,414	105,743
合計			1,416,812	1,111,082	1,080,358	1,021,522	918,173	823,551

注1: VOC の排出がなかった物質については除外しているため、物質番号は連続していない場合がある。

注2: 推計は 102 種類の詳細物質として行っているが、ここでは、それらをグループ化して表示している。

注3: データによっては、年度により対象物質を変更している場合がある。そのため、排出量が 0 となっている場合、「その他」等の一部に含まれているケースもあり得る。

注4: 工業ガソリンの()内に示す名称については通称を参考に示したものである。

注5: 製品としての「キシレン」については、エチルベンゼンを相当量含んでいるとの情報があり、平成 21 年度調査での検討の結果、「キシレン類及びエチルベンゼン」として合算することとした。

注6: 「99100 特定できない物質」についても、可能な限り文献等で成分を設定した成分別排出量を別途参考値として作成している。

注7: 物質ごとの VOC 排出量は四捨五入しており、単純に合計しても合計欄とは一致していない。

出典: VOC 排出インベントリ検討会,2011

1.1.2 地域的な状況

関東地方（東京湾地域）、近畿地方（大阪湾地域）、九州地方のVOC排出量の推移をみると、それぞれ47%、44%、39%の削減となっている。（図1-4、表1-2）

なお、地域別及び都道府県別排出量は、業種別排出量をPRTR届出排出量や経済指標等により配分して推計した値であり、排出量の実態を正確に表しているとは限らない。

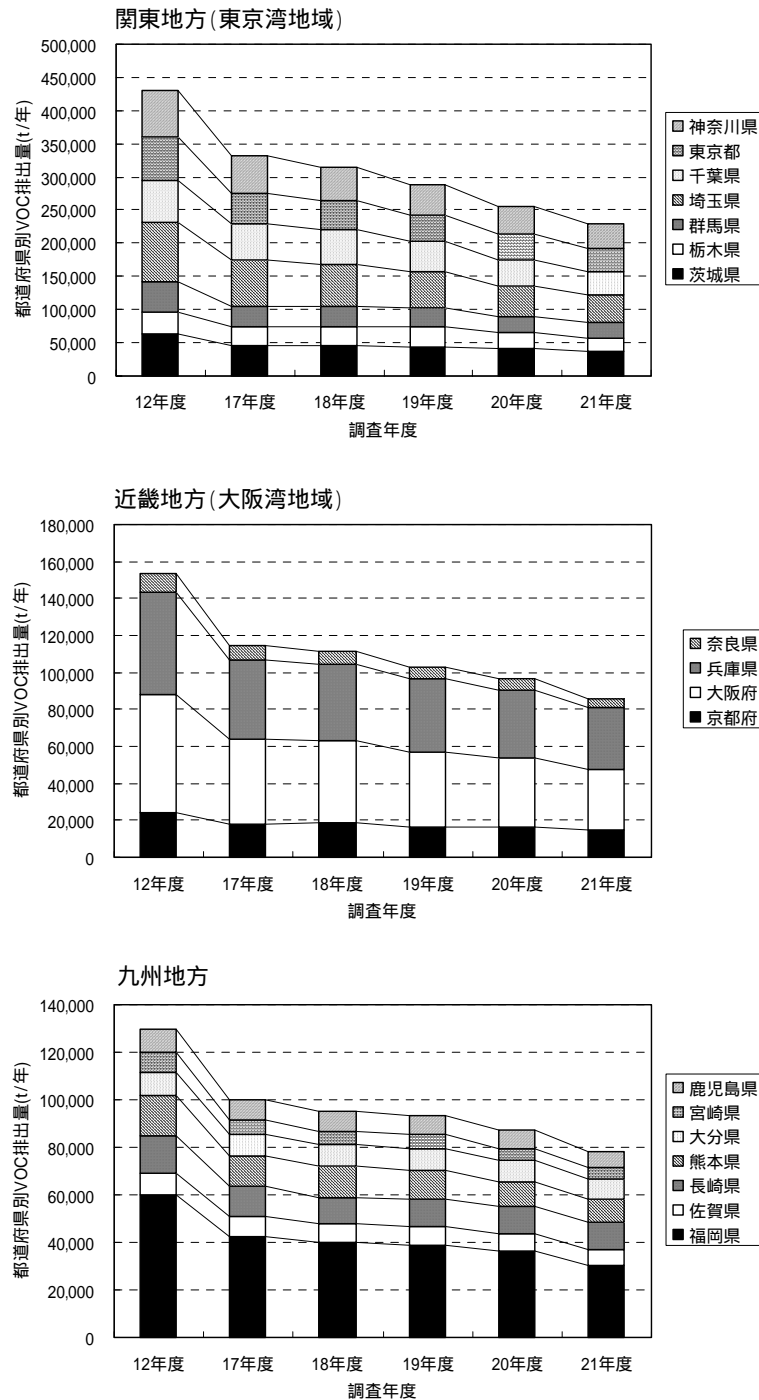


図1-4 物質別のVOC排出量の推移
出典：「VOC排出インベントリ検討会,2011」より作成

表 1-2 都道府県別 VOC 排出量の推計結果

都道府県 コード	都道府県名	排出量(t/年)						/ (%)
		平成12年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	
01	北海道	35,043	28,926	29,045	26,910	24,636	23,226	66.3
02	青森県	8,165	6,407	5,954	5,958	5,688	5,256	64.4
03	岩手県	10,921	14,795	12,880	12,752	12,224	13,076	119.7
04	宮城県	19,184	17,661	16,904	15,204	14,753	11,623	60.6
05	秋田県	8,320	7,729	7,683	7,683	5,967	4,989	60.0
06	山形県	8,451	7,522	7,855	7,289	6,110	5,747	68.0
07	福島県	33,110	20,645	21,941	20,125	19,300	17,782	53.7
08	茨城県	63,463	46,645	45,956	43,321	41,868	37,840	59.6
09	栃木県	31,938	28,074	28,162	30,024	22,747	19,904	62.3
10	群馬県	46,865	29,908	29,781	28,189	23,922	22,628	48.3
11	埼玉県	89,915	69,299	63,240	56,350	45,884	41,618	46.3
12	千葉県	63,661	55,238	53,898	44,360	41,119	35,639	56.0
13	東京都	64,657	45,532	42,492	39,830	37,914	33,474	51.8
14	神奈川県	70,520	56,143	50,122	46,813	42,527	37,258	52.8
15	新潟県	27,811	22,079	23,111	23,956	23,284	20,008	71.9
16	富山県	17,910	14,580	13,622	12,423	11,453	9,567	53.4
17	石川県	13,508	12,977	13,501	12,076	10,750	9,445	69.9
18	福井県	9,327	8,398	9,102	8,596	7,009	6,002	64.4
19	山梨県	12,725	11,084	10,859	10,220	9,436	8,221	64.6
20	長野県	21,315	18,869	17,425	16,242	14,047	12,510	58.7
21	岐阜県	24,273	18,466	18,582	18,102	15,487	13,801	56.9
22	静岡県	78,306	60,563	59,887	55,814	49,030	39,792	50.8
23	愛知県	105,801	75,901	70,298	68,953	60,142	51,731	48.9
24	三重県	39,839	33,281	31,467	27,410	24,386	22,664	56.9
25	滋賀県	23,656	18,559	18,709	16,967	15,808	17,081	72.2
26	京都府	23,864	17,929	18,762	16,588	16,653	14,603	61.2
27	大阪府	63,871	45,922	44,127	40,049	36,754	33,170	51.9
28	兵庫県	55,660	43,179	41,868	40,025	37,370	32,884	59.1
29	奈良県	10,210	7,171	6,611	6,252	5,517	4,946	48.4
30	和歌山県	10,927	12,875	13,943	11,445	11,252	12,235	112.0
31	鳥取県	5,364	4,925	4,625	4,171	3,363	3,078	57.4
32	島根県	7,501	8,011	9,249	10,319	8,129	7,646	101.9
33	岡山県	33,437	25,882	27,408	25,380	23,063	21,235	63.5
34	広島県	40,394	30,734	31,345	29,416	26,618	23,953	59.3
35	山口県	37,835	27,409	26,376	26,394	19,947	18,747	49.5
36	徳島県	7,946	5,130	4,947	4,425	3,704	3,531	44.4
37	香川県	21,338	23,786	23,425	29,293	23,110	21,370	100.1
38	愛媛県	28,267	20,242	21,336	20,851	20,774	18,992	67.2
39	高知県	5,070	3,735	3,945	3,616	4,383	3,141	62.0
40	福岡県	59,904	42,171	39,923	38,797	36,448	30,272	50.5
41	佐賀県	9,434	8,994	7,894	7,662	7,213	6,856	72.7
42	長崎県	15,494	12,233	11,272	11,945	11,446	11,298	72.9
43	熊本県	17,216	12,957	13,088	12,011	10,584	9,529	55.3
44	大分県	9,532	9,322	8,799	8,801	8,576	8,553	89.7
45	宮崎県	8,458	5,742	5,888	5,950	5,031	4,730	55.9
46	鹿児島県	9,406	8,664	8,246	8,098	7,938	7,165	76.2
47	沖縄県	6,001	4,787	4,804	4,471	4,806	4,735	78.9
	東京湾地域	431,019	330,839	313,651	288,887	255,981	228,361	53.0
	大阪湾地域	153,605	114,201	111,368	102,914	96,294	85,603	55.7
	九州地方	129,444	100,083	95,110	93,264	87,236	78,403	60.6
	合計	1,416,812	1,111,082	1,080,358	1,021,522	918,173	823,551	58.1

注 1：東京湾地域：茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都及び神奈川県

注 2：大阪湾地域：京都府、大阪府、兵庫県及び奈良県

注 3：九州地方：福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県

注 4：岩手県、和歌山県における推計排出量の増加は、業種別排出量からの配分指標として用いた PRTR 届出排出量の対全国比の増加によるものであり、必ずしもこれらの県における排出実態を正確に表しているとは限らない。

出典：「VOC 排出インベントリ検討会,2011」より作成

1.2 オゾン生成ポテンシャルの経年変化

VOC は成分によってオゾン生成に与える影響（オゾン生成能）が異なることが知られている。このため、オゾン生成能である MIR (Maximum Incremental Reactivity) を用いて、VOC 排出インベントリ推計結果（平成 21 年度調査結果）から下記に示す算出式によりオゾン生成ポテンシャルを求めた。オゾン生成ポテンシャルは表 1-3、図 1-5 に示すように、平成 20 年度には削減率 40%（平成 12 年度比）との結果となった。

なお、MIR を明らかにすることができたのは、VOC 排出インベントリの対象のうち約 80%程度（重量割合）であり、ここでの推計結果は完全なものではないと思われる。

【オゾン生成ポテンシャルの算出式】

$$\text{オゾン生成ポテンシャル(t/年)} = \text{MIR[成分別]} \times \text{VOC 排出量[成分別](t/年)}$$

MIR：1g の VOC が算出する最大のオゾン量(g)を示した指標

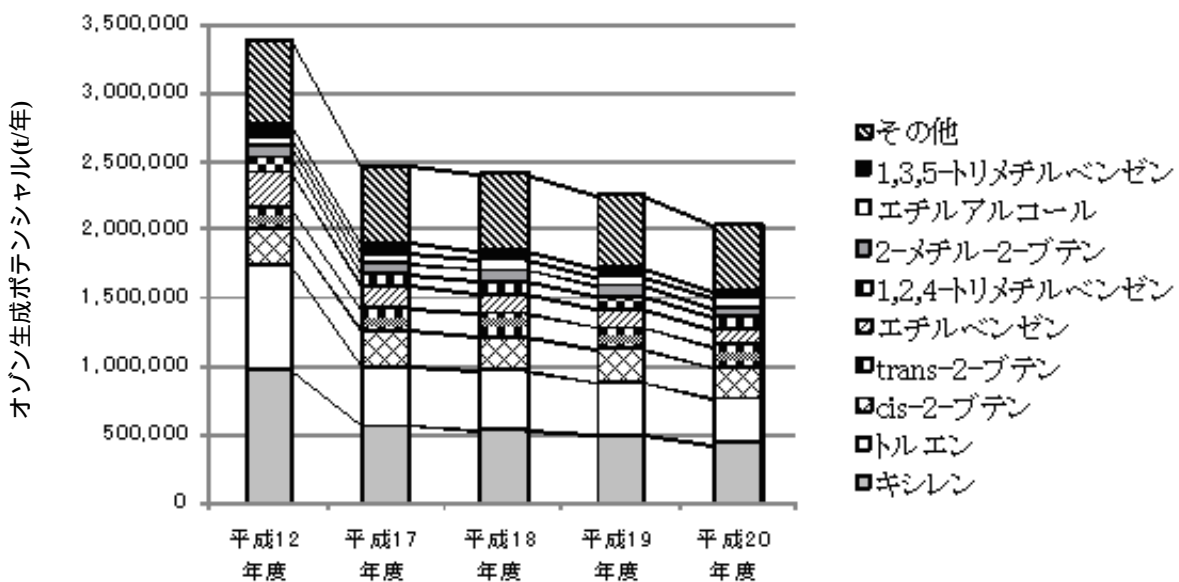


図 1-5 物質別オキシダント生成ポテンシャルの推移

MIR の出典：カリフォルニア大学ホームページ <http://www.engr.ucr.edu/~carter/SAPRC/saprc07.xls>

VOC 排出量の出典：VOC 排出インベントリ平成 21 年度調査結果

注：VOC インベントリで推計対象となっているうち、MIR が明らかになった物質のみの数値である。

出典：VOC 対策あり方検討 WG,2011

表 1-3 物質別オゾン生成ポテンシャル計算結果

成分名	オゾン生成ポテンシャル (t/年)				
	平成 12 年度	平成 17 年度	平成 18 年度	平成 19 年度	平成 20 年度
キシレン	964,108	560,647	523,785	489,844	428,656
トルエン	781,966	438,089	447,373	398,208	337,828
cis-2-ブテン	246,759	252,720	244,418	234,464	226,753
trans-2-ブテン	169,560	173,653	167,943	161,100	155,810
エチルベンゼン	263,591	153,395	143,790	134,605	117,977
1,2,4-トリメチルベンゼン	103,318	90,053	96,251	95,210	87,333
2-メチル-2-ブテン	79,218	81,134	78,476	75,283	72,799
エチルアルコール	71,495	74,990	75,889	70,632	69,945
1,3,5-トリメチルベンゼン	92,582	64,475	65,213	64,171	58,876
その他	620,616	576,276	556,475	527,955	489,013
合計	3,393,213	2,465,431	2,399,611	2,251,472	2,044,988
削減率	0%	27%	29%	34%	40%
平均 MIR	3.08	2.89	2.93	2.94	2.93
MIR データが得られた VOC の排出量	1,103,392	852,552	819,705	766,694	696,891
MIR データが得られない VOC の排出量	307,928	245,891	248,053	240,973	214,655
MIR データが得られない VOC の割合	22%	22%	23%	24%	24%
全 VOC 排出量	1,411,321	1,098,443	1,067,757	1,007,667	911,546
削減率	0%	22%	24%	29%	35%

MIR の出典：カリフォルニア大学ホームページ <http://www.engr.ucr.edu/~carter/SAPRC/saprc07.xls>
VOC 排出量の出典：VOC 排出インベントリ平成 21 年度調査結果
注：VOC インベントリで推計対象となっているうち、MIR が明らかになった物質のみの数値である。
出典：VOC 対策あり方検討 WG,2011

1.3 VOC 排出インベントリの推計対象外の発生源に係る VOC 排出量参考値

既存の文献等から得られた近年の VOC 排出量について表 1-4 に記載した。VOC 排出インベントリで推計対象外とされている発生源のうち、VOC の主要な発生源としては自然発生源及び移動発生源があり、森林からのテルペン類の放出による自然発生源で 175 万トン/年（平成 12 年度推計結果）、自動車の排気・燃料蒸発の移動発生源で 25 万トン/年（移動発生源全体で 35 万トン/年；平成 21 年度推計結果）である。

VOC 排出インベントリの推計対象外の発生源のうち移動発生源及び自然発生源の排出量と、VOC 排出インベントリで推計されている固定発生源の排出量を加算した VOC 排出量の推移をみると、平成 21 年度は平成 17 年度から 13% 程度の低減となっている。

（図 1-6）

なお、自然発生源の VOC 排出量は、文献により値が大きく異なり、「中西ら,2009」では約 330 万トン/年や約 140 万トン/年などの推定値もある（平成 14 年度推計結果）

（表 1-5）

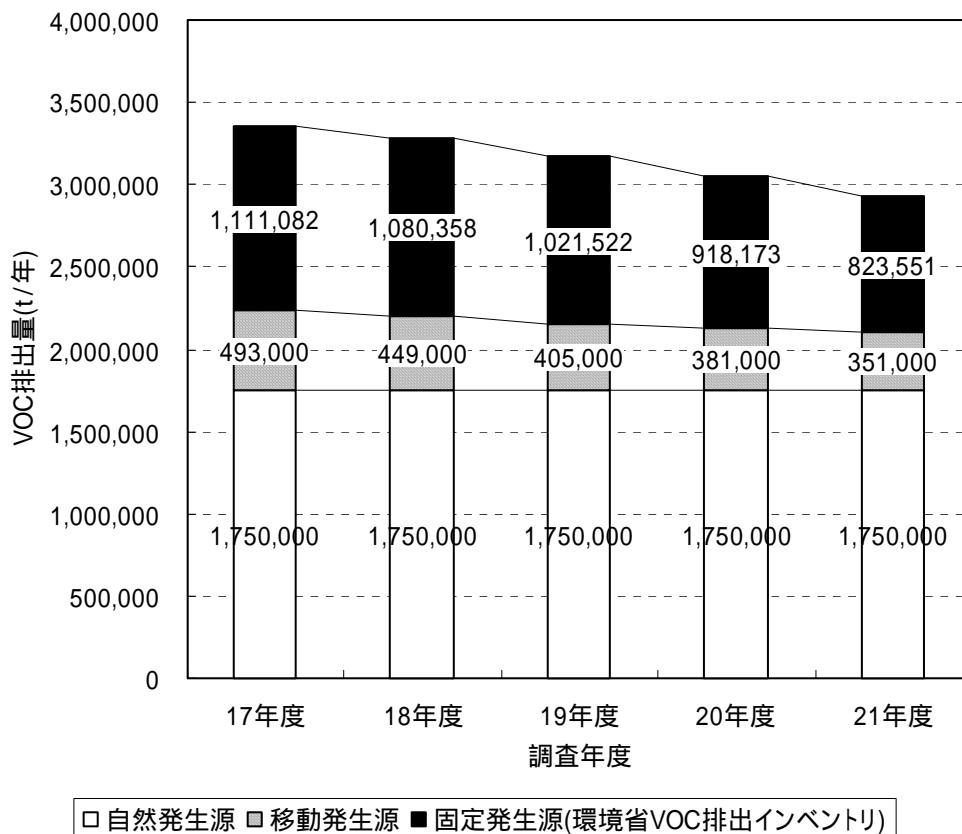


図 1-6 発生源別 VOC 排出量の推移

注 1：平成 18 年度は推計データが無いので、平成 17 年度と 19 年度の平均値とした。

注 2：自然発生源は変動無しとした。

出典：「VOC 排出インベントリ検討会,2011」より作成

表 1-4 推計対象外とした発生源と VOC 排出量（参考値）^{注1）}

推計対象外とした発生源		VOC 排出量（t/年）		参考値の 対象年	変化の理由等	
		昨年度	今年度			
製品 使用	防虫剤・消臭剤 ^{注2）}	12,000	11,000	平成 20 年度 平成 21 年度	国内出荷量の減少	
	エアゾール噴射剤	30,000	29,000	平成 20 年度 平成 21 年度	国内出荷量の減少	
	芳香・消臭剤	7,100		経年変化不明		
	化粧品	21,000		経年変化不明		
	医薬品	7,100		経年変化不明		
	洗車・補修用品	24,000		経年変化不明	塗料、接着剤等は除く	
	用途不明な溶剤等 ^{注3）}	60,000		経年変化不明		
自然 発生源	森林からのテルペン類の放出	1,750,000		平成 7 年・平成 12 年で共通		
移動 発生源 ^{注4）}	自動車の排気、燃料蒸発	270,000	250,000	平成 20 年度 平成 21 年度	規制等の効果	
	オフロード車両 ^{注5）} の排気	44,000	42,000			
	二輪車の排気、燃料蒸発	31,000	27,000			
	船舶、鉄道、航空機の排気ガス	36,000	32,000			
固定 発生源 (点源・ 面源)	非意図的 生成	パルプ製造	210	170	平成 20 年 平成 21 年	生産量の減少
		浄水等の 塩素処理 ^{注6）}	140	130	平成 20 年 平成 21 年	
		燃料の燃焼	20,000	18,000	平成 20 年度 平成 21 年度	燃料使用量の減少
	廃棄物の焼却処理	110	110	平成 17 年度 平成 18 年度		
	農業・建設業の燃焼 (焼畑農業等) (農業残さ ^{注7）} の焼却処理 ^{注8）})	13,000	12,000	平成 20 年 平成 21 年	生産量の減少	

注1: 本表の発生源は諸外国の VOC 排出インベントリにおいて相当量の排出があった発生源を示している。ただし、我が国に存在していないオイルサンドについては示していない。

注2: p-ジクロロベンゼンのみの排出量を示す。

注3: 「用途不明な溶剤等」には、香料等他の製品使用による VOC 排出量は含まれていないと考えられる。

注4: 移動発生源の排出量は船舶のうち貨物船・旅客船等及び鉄道車両が NMVOC、漁船が VOC である以外は THC 排出量を示す(アルデヒド類は含まれない)。

注5: オフロード車両には、特殊自動車、汎用エンジン、サブエンジン式機器が含まれる。

注6: トリハロメタンの排出量を示す。

注7: 農業残さとは稲わら、もみ殻等の農業に伴う廃棄物を示す。

注8: 農業・建設業の燃焼の推計値は、農業残さの焼却処理に係る排出量のみを示し、その他の農業・建設業の燃焼処理に係る排出量は含まれない。

出典: VOC 排出インベントリ検討会,2011

表 1-5 他の文献による VOC 排出量（平成 14 年度推計結果）

		NOx [t/y]	NMVOc [t/y] (本評価書)	NMVOc [t/y] (Kannari <i>et al.</i> 2007 の方法で推計)
固定燃焼発生源	大規模発生源	870,057	25,480	25,480
	中小事業所	52,459	2,195	2,195
	家庭	38,965	2,288	2,288
	小型焼却炉	728	3,556	3,556
	野焼き	3,644	10,089	10,089
	喫煙	664	3,291	0
	計	966,517	46,899	43,608
移動発生源	自動車走行時排気管	679,149	186,143	186,143
	自動車スタート時排気管	179,639	201,404	201,404
	自動車蒸発 (DBL)		71,642	71,642
	自動車蒸発 (HSL)		11,377	11,377
	(自動車小計)	858,788	470,566	470,566
	船舶	378,727	20,930	20,930
	航空機	19,894	4,243	4,243
	建設・産業・農業機械	165,285	19,735	19,735
計	1,422,694	515,474	515,474	
固定蒸発発生源	製油所		18,732	30,861
	油槽所		42,268	69,636
	給油所		102,000	144,682
	石油化学製品製造		106,050	28,003
	塗料製造		1,647	1,647
	印刷インキ製造		104	104
	カーボンブラック製造		3,775	3,775
	プラスチック成型・加工		88,000	
	塗装		455,500	720,625
	印刷		120,300	175,804
	接着剤使用		56,500	35,127
	粘着・剥離製品製造		42,000	
	金属表面処理		51,242	51,242
	ゴム用溶剤使用		20,506	20,506
	クリーニング		43,150	81,830
計		1,151,774	1,363,842	
植物起源発生源			3,312,334 ¹⁾	1,409,504
合計	2,389,211	5,026,481	3,332,428	
合計：面積あたり [t/y/km ²]	6.3	13	8.8	

1) Kannari ら (2007) の方法で推計した年間排出量に、ある 1 日間を対象にした本評価書推計値と Kannari ら (2007) の方法による推計値の比をかけて算出。

出典：中西ら,2009