

インドネシアにおける環境汚染等の現状

1 大気汚染

1.1 大気質に係る環境基準及び排出基準

大気環境基準

大気環境基準については1988年に最初の基準が定められ、その後、汚染防止装置の進展等に伴って5年ごとに見直されている。1999年「大気汚染防止に関する政令（1999年政令第41号）」では、製鉄業、紙・パルプ製造業、セメントプラント、石炭火力発電所の4業種と、それ以外の全ての工場・事業者を対象として、二酸化硫黄、一酸化炭素、二酸化窒素、炭化水素、浮遊粒子状物質（PM10 およびPM2.5）等13項目について基準値が定められた。また、同政令では、分析方法および分析に使用する機器について国の基準を定めている。

表 1.1 インドネシアにおける大気質の環境基準

項目	測定期間	基準値
二酸化硫黄	1 時間	900 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
	24 時間	365 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
	1 年	60 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
一酸化炭素	1 時間	30,000 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
	24 時間	10,000 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
	1 年	—
窒素酸化物	1 時間	400 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
	24 時間	150 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
	1 年	100 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
オゾン	1 時間	235 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
	1 年	50 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
炭化水素	3 時間	160 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
PM10	24 時間	150 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
PM2.5	24 時間	65 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
	1 年半	15 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
浮遊粒子状物質(TSP)	24 時間	230 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
	1 年	90 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
鉛	24 時間	2 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
	1 年	1 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
降下ばいじん	30 日	10 t/km ² /月（住宅地）
		20 t/km ² /月（工業地）
フッ化物	24 時間	3 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
	90 日	0.5 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
粉末指数(Flour Index)	30 日	40 $\mu\text{g}/100\text{m}^2$ （石炭ろ紙）
塩素・二酸化塩素	24 時間	150 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$
硫酸塩指数(Sulfate Index)	30 日	1mgSO ₃ /100 m ³ 一過酸化鉛

出典：大気汚染防止に関する政令（1999年政令第41号）

1.2 排出基準

固定発生源からの排出基準については、1995年「固定発生源からの排出基準に関する環境大臣令（1995年第13号）」によって、製紙業、紙・パルプ製造業、セメントプラント、石炭火力発電所の業種とそれ以外のすべての工場・事業場を対象とした基準の5種類の排出基準が設定された。

表 1.2 インドネシアにおける大気排出基準

排出源		項目	基準値(mg/m ³)
セメント工業	キルン	粉じん	80
		二酸化硫黄	800
		窒素酸化物	1,000
		透過度	20%
	クリンカ・クーラー	粉じん	80
	粉砕、輸送、袋詰め	粉じん	80
	ボイラ	粉じん	230
		二酸化硫黄	800
		窒素酸化物	10,000
	その他工業		アンモニア
		塩素ガス	10
		塩化水素	5
		フッ化水素	10
		窒素酸化物	1,000
		透過度	35%
		粉じん	350
		二酸化硫黄	800
		総還元性硫黄 (Total Reduced Sulfur)	35
		水銀	5
		ヒ素	8
		アンチモン	8
		カドミウム	8
		亜鉛	50
		鉛	12

出典：固定発生源からの排出基準に関する環境大臣令（1995年第13号）

天然ガス、石油事業に関しては、2003年「天然ガス・石油事業に関する排出基準に関する環境大臣令（2003年第129号、2009年に環境大臣規則第13号として一部改正）」において各業種の排出基準が規定されている。具体的には、掘削製造事業（4発生源11項目）、石油精製事業（5発生源14項目）、天然ガス精製事業（3発生源7項目）及び脱硫事業（2項目）である。

自動車排ガス基準に関しては、1993年の環境大臣令第35号によって、排出ガス中の一酸化炭素、

炭化水素等の限界値が定められ、その後、自動車環境対策として2003年9月に「新型自動車及び継続生産自動車の排出ガス基準に関する環境大臣令（2003年141号）」が制定された。新型自動車に関しては2005年1月1日から、継続生産自動車に関しては2006年7月1日または2007年1月1日からユーロ2レベルの公害対策が実施されることになった。

表 1.3 新型自動車および継続生産車の排出ガス基準

L Category Motor Vehicle

Category	Parameter Standard Value	g /km	Test Method
L1	CO	1.0	ECE R 47
	HC+NOx	1.2	
L2	CO	3.5	ECE R 47
	HC+NOx	1.2	
L3 < 150 cm ³	CO	5.5	ECE R 40
	HC	1.2	
	NOx	0.3	
L3 ≥ 150 cm ³	CO	5.5	ECE R 40
	HC	1.2	
	NOx	0.3	
L4 and L5 Spark Ignition Engine(SI)	CO	7.0	ECE R 40
	HC	1.5	
	NOx	0.4	
L4 and L5 Compression Ignition Engine(CI)	CO	2.0	ECE R 40
	HC	1.0	
	NOx	0.65	

M and N Category Motor Vehicle

	Category	Parameter Standard Value	Standard Value ECE R83-04 TEST METHOD ECE R 83-04
1	M1 GVW ≤ 2.5 tons Seats ≤ 5 excluding driver's seat	CO	1.0 g/km
		HC+NOx	0.7 (0.9) g/km
		PM	0.08(0.1) g/km
2	M1 seats 6-8 excluding driver's seat GVW > 2.5 tons N1 GVW ≤ 3.5 tons	CO	1.0 g/km
		HC+NOx	0.7 (0.9) g/km
		PM	0.08(0.1) g/km
	Class I RM ≤ 1250kg	CO	1.0 g/km
		HC+NOx	0.7 (0.9) g/km
		PM	0.08(0.1) g/km
	Class II 1250kg < RM ≤ 1700kg	CO	1.25 g/km
		HC+NOx	1.0 (1.3) g/km
		PM	0.12(0.14) g/km
	Class III RM > 1700kg	CO	1.5 g/km
		HC+NOx	1.2 (1.6) g/km
		PM	0.17(0.2) g/km

M, N and O Category Motor Vehicles

Category	Parameter Standard Value	Standard Value ECE R83-04 TEST METHOD ECE R 49-02
M2,M3,N2,N3,O3,and O4 GVW>3.5 tons	CO HC NOx PM	1.0 g/km 0.7 (0.9) g/km 0.08(0.1) g/km

出典： The State Ministry of Environment, Indonesia. State of the Environment in Indonesia 2006.

1997年「大気汚染指標（ISPU）に関する環境大臣令（1997年第45号）」では、通常の測定結果のままでは一般の市民にわかりにくい大気汚染の度合いを、無次元数で表す ISPU（Indeks Standar Pencemar Udara : Air Pollution Standard Index）と呼ばれる理解が容易な指標に変換し市民に公表する仕組みが定められている。具体的には、大気汚染の状況に関して、二酸化硫黄、一酸化炭素、二酸化窒素、オゾン、及び粒子状物質（PM10）の5項目を大気汚染指標（ISPU:APSI）に置き換え、5段階評価のうえ毎年度公表される。5段階評価は良好、適度、非健康、超非健康、危険、で、ジャカルタ等ではオンラインで表示される電光掲示板が設置されている。

表 1.4 Air Pollution Standard Index(APSI)値の分類

分類	範囲	説明
良好	0-50	人や動物の健康に影響を与えず、植物や建物、アメニティーに影響を与えない大気質レベル
適度	51-100	人や動物の健康に影響を与えないが、敏感な植物や美的価値に影響を与える大気質レベル
非健康	101-199	人や敏感な動物の健康に有害であったり、植物や美的価値を害するレベル
超非健康	200-299	一部の人々の健康に有害である大気質レベル
危険	300以上	一般的に人々の健康に有害である大気質レベル

出典： The State Ministry of Environment, Indonesia. State of the Environment in Indonesia 2004.

1.3 大気汚染の推移と現状

- ・ インドネシアでは都市部への人口流入および急速な工業化が始まった1980年代から、大気汚染が顕在化している。近年では、とりわけジャカルタ、スラバヤ、スマラン、バンドン、メダン、その他経済発展の中心地において悪化している（表 1.5を参照）。
- ・ 固定発生源のうち、大気汚染の主要な排出源となっているのは、発電所（ボイラ、ガスタービン、ディーゼルエンジン等）、ガラス工場（溶解炉）、製鉄所（高炉、コークス炉等）である。また、各種工場に蒸気供給用あるいは発電用のボイラ、乾燥機、焼却炉からの排出ガ

スも大気汚染に大きく寄与している¹。インドネシアの産業部門では、600万klのガソリン、100万klのディーゼル油、約400万klの燃料油、48,000 klの灯油、1360億m³の石炭が消費されている²。

- ・ 大気汚染に関する環境基準や工場及び自動車からの排出基準は定められているものの、現状ではジャカルタなど一部地域を除いて、大気汚染物質のモニタリングはほとんど実施されておらず、全国的な大気汚染の実態は把握されていない。このため、産業活動による大気汚染については、局地的なものを除いてこれまで大きな問題にはなっていない³。

表 1.5 2004 年インドネシア主要都市における大気モニタリング結果

都市	日数						
	良い	適度	有害	非常に有害	危険	データなし	主要汚染物質
ジャカルタ	18	264	12			71	PM10
スマラン	60	239				66	PM10
スラバヤ	74	132	6			153	O ₃
バンドン	64	54				247	O ₃
メダン	134	148	6			76	PM10
デンパサール						365	
ポンティアナック	30	2				333	PM10
パラカラヤ	206	29	20	2	5	103	PM10
プカンバルー	60	62	4			239	O ₃

出典：The State Ministry of Environment, Indonesia. State of the Environment in Indonesia 2004.

表 1.5によると、2004 年のジャカルタの大気質は、「良い」から「有害」に分類され、主要な汚染物質は PM10、O₃、CO であった。APSI の有効性は 81%（294 日）で、2004 年 9 月・12 月のうちの 12 日間（3.2%）が「有害」に分類された。2003 年には、有効な 308 日中 67 日が「有害」に分類された。

1.4 各汚染物質による汚染状況³

鉛による汚染状況

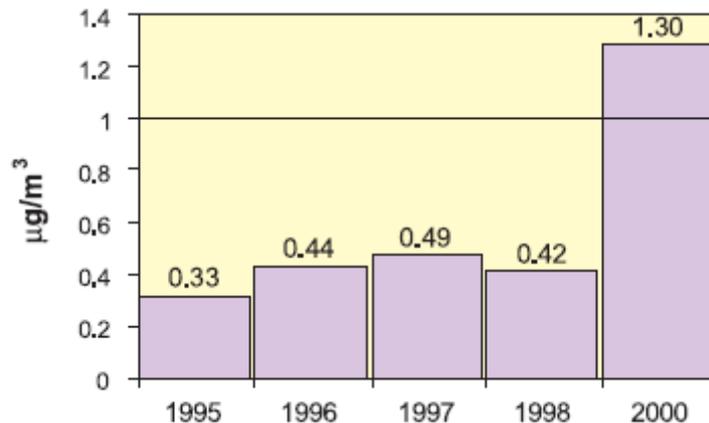
- ・ ガソリンによる含鉛排気は、人々の健康、とりわけ子供の健康に非常に有害である。主に有鉛ガソリン、鉛製錬所、含鉛塗料による鉛の排出は、神経、腎臓、生殖、肝臓、心臓血管、消化器系に悪影響を及ぼす。子供は非常に影響を受けやすく、IQや認知発達や行動に大きな影響を与える。

¹ 国際協力銀行環境審査室. インドネシア環境プロフィール, 2003.

² World Bank, "Indonesia Environment Monitor 2003", 2003.

³ 不破吉太郎, 北脇秀敏, 渡辺康隆. 公害防止と持続的な環境モニタリングへの支援～インドネシア：環境モニタリング改善事業～, 2004.

- 主に自動車数の増加によって、大気中の鉛汚染濃度は1998年の0.42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ から2000年には1.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ まで増加した。



注：単位は $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、1 インドネシアの基準値は $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 時間平均)

出典：World Bank, "Indonesia Environment Monitor 2003", 2003.

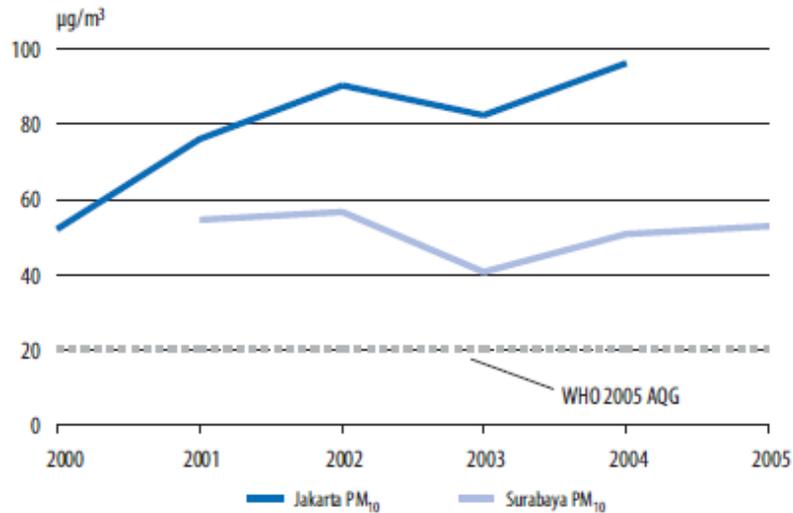
(1995 から 1998 年のデータは統計情報、2000 年データは USEPA の Department of Energy の 2001 年データを使用)

図 1.1 ジャカルタにおける大気中鉛濃度 (1995 年-2000 年)

粉塵公害

- 大気中の粉塵は、インドネシアにおける健康被害の主要因で、粘膜の炎症や呼吸器系の疾患やその他の病気を引き起こす。微粒子であるPM10や超微粒子であるPM2.5は最も有害である。
- 外気中の粉塵はたいてい他の汚染物質とともに存在する。粉塵とSO₂が相乗的に作用することが分かっており、全浮遊微粒子 (Total Suspended Particulates) とSO₂の結合は非常に高い健康リスクをもたらす。
- 粉塵は、ようやく最近になって大気中濃度のモニターが開始されたばかりであり、粉塵排出源の35%が燃料燃焼 (家庭での調理含む)、30%が移動排出源、15%が産業、12%がその他の排出源 (including construction and dust)、8%がゴミ処理 (都市ごみ焼却炉やオープンダンプ焼却を含む) による。
- 図 1.2のモニタリング結果によると、ジャカルタとスラバヤの2000年-2005年の大気中PM10濃度は、どちらもWHOによる2005年の大気質ガイドライン (AQG) の基準を上回っている⁴。

⁴ ジャカルタにおける PM10 排出基準は、 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$

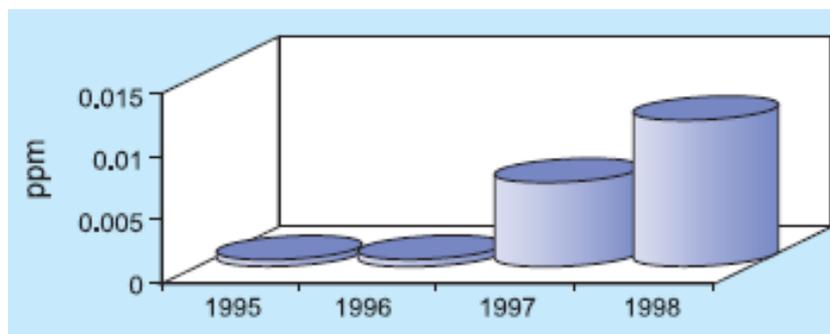


出典：ADB, Country Synthesis Report on Urban Air Quality Management Indonesia, 2006.
 (データ元はインドネシア環境省の”State of Environment Report 2005 (SLHI 2005)”)

図 1.2 2000年-2005年 ジャカルタとスラバヤにおける大気中のPM10濃度

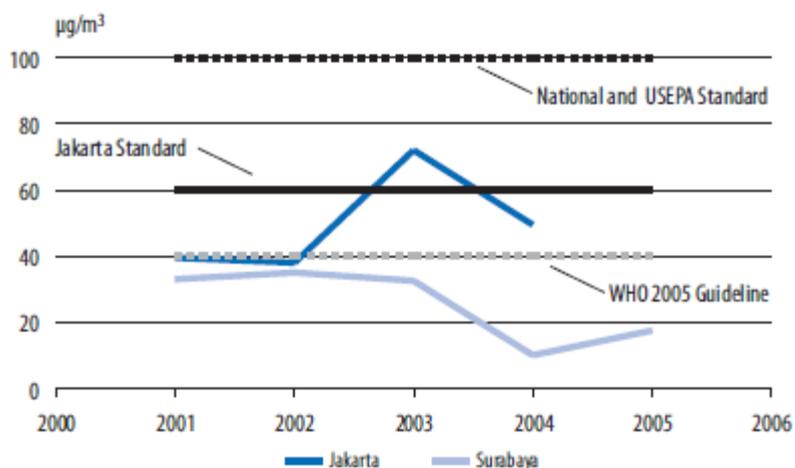
SO₂による汚染状況

- ジャカルタでは、1990年代末からSO₂レベルは急激に上昇しており（図 1.3参照）、産業、発電所が主なSO₂排出源である。
- 2000年ジャカルタにおけるSO₂の平均濃度は11µg/m³であったが、2001年には2倍以上の23µg/m³になり、2002年には45µg/m³、2003年には111µg/m³にまで急激に増加した（図 1.4参照）。環境省によれば、これらの測定値は、測定局のトラブルにより、正確な値ではないが、SO₂濃度の急激な増加という深刻な状況は明らかである（Rachmatunisa 2004）。
- 2001年-2003年のスラバヤにおけるSO₂濃度は、インドネシア基準値である60µg/m³を下回っているが、2004年-2005年には、基準値を上回っている。



注：インドネシアの基準値は0.139ppm（24時間）
 出典：World Bank, “Indonesia Environment Monitor 2003”, 2003.
 (データ元は、Laporan Kualitas Udara di Indonesia, BAPEDAL, 2000.)

図 1.3 ジャカルタにおける大気中 SO₂濃度

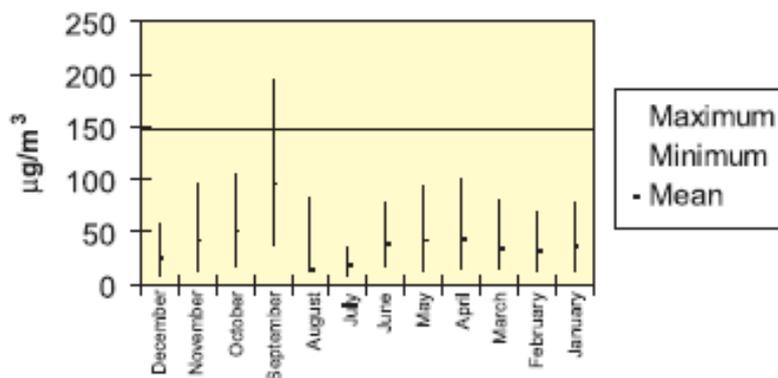


出典：ADB. Country Synthesis Report on Urban Air Quality Management Indonesia, 2006.
 (ジャカルタのデータはインドネシア環境省の”State of Environment Report 2005 (SLHI 2005)、スラバヤのデータは2003年のスラバヤ大気観測所のものを使用)

図 1.4 2000 年-2005 年 ジャカルタとスラバヤにおける大気中 SO₂ 濃度

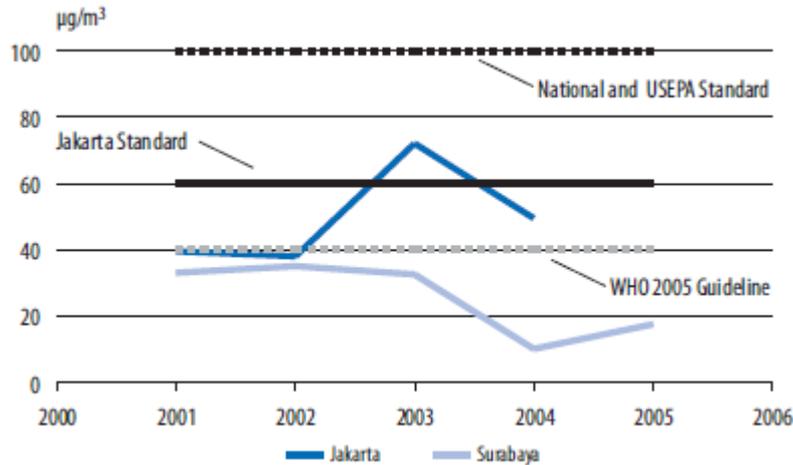
NO₂による汚染状況

- NO₂ 汚染が発生する主要な要因は、移動発生源と産業である。NO₂によって感染症にかかりやすくなったり、肺が刺激されて浮腫、気管支炎、肺炎を引き起こし喘息になったりする。
- ジャカルタでは、NO₂ 濃度は1992年から2000年で5倍になったが、大部分はインドネシアの基準値である150 µg/m³を下回っている（図 1.5参照）。
- ジャカルタとスラバヤにおけるNO₂ 濃度は、2003年のジャカルタにおける値を除いて、それぞれジャカルタにおける基準値、インドネシアにおける基準値を達成している。しかし、どちらもWHOによる2005年の大気質ガイドライン(AQG)の水準は越えている（図 1.6参照）。



注：NO₂ の基準値は 150mg/m³ (24 時間平均)
 出典：World Bank, “Indonesia Environment Monitor 2003”, 2003.
 (データ元は、2002年6月のBAPEDALDAのデータ情報)

図 1.5 2001 年ジャカルタにおける大気中 NO₂ 濃度

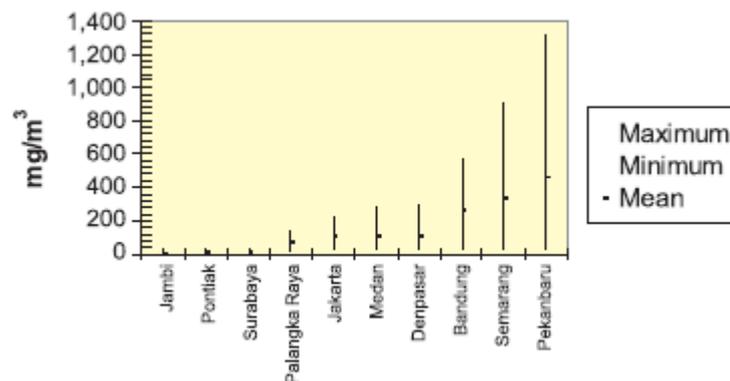


出典：ADB, Country Synthesis Report on Urban Air Quality Management Indonesia, 2006.
 (ジャカルタのデータはインドネシア環境省の”State of Environment Report 2005 (SLHI 2005)、スラバヤのデータは2003年のスラバヤ大気観測所のものを使用)

図 1.6 2000年-2005年 ジャカルタとスラバヤにおける大気中 NO₂ 濃度

COによる汚染の状況

- COは、主に自動車燃料の不完全燃焼によって生じる。COは知覚や思考に損傷を与え、反射神経を低下させる。狭心症をもたらし、意識不明となって死に至ることもある。
- 自動車によるCO排出は、1998年から2000年で50万t増加したと予想されており、CO排出の約70%はバイク（860万t）、16%は自動車（180万t）、9%はトラック（110万t）、4%はバス（40万t）に由来する。
- 図 1.7より、2001年のバンドン、スマラン、プカンバルのCO濃度は基準値(10 mg/m³)を大幅に上回っている。最も高かったプカンバルでは、毎年発生する森林火災が影響していると考えられる。
- 最近では、最も排出量の多い地域は、西ジャワとスマトラ島のメダン付近であることが明らかになった。

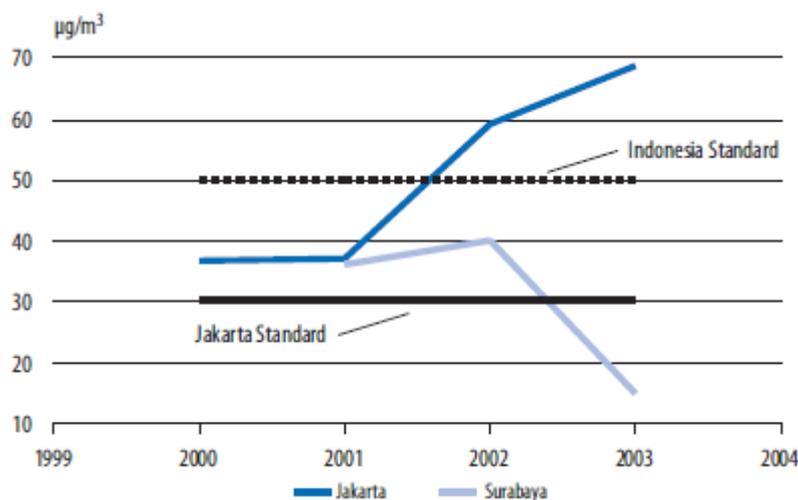


注：COの基準値は10mg/m³（24時間平均）
 出典：World Bank, “Indonesia Environment Monitor 2003”, 2003. (データ元は、2002年6月のBAPEDALDA)

図 1.7 インドネシアの各都市における大気中 CO 濃度（2001年）

O₃による汚染の状況

- ・ 大気中へ O₃ が直接的に排出されることはなく、O₃ は太陽光が NO₂ に作用する事により主に間接的に生成される。大気中における様々な反応の結果として、O₃ は、NO_x が自動車から排出されている都市中心部で生成される傾向にある。
- ・ O₃ は目、鼻、喉の炎症、胸部の不快感、咳、頭痛といった多くの深刻な影響をもたらす。これらの症状を引き起こすのは、一時間当たりのオキシダントレベルが約 200 μg/m³ に達するときであり、O₃ 濃度が 160-300 μg/m³ になると子供や若者の肺機能が妨げられる。
- ・ ジャカルタにおける大気中 O₃ 濃度は、2001 年から 2003 年に急激に増加し、ジャカルタの環境基準である 30μg/m³ を 2 倍以上に上回っている。スラバヤにおける O₃ 濃度は、インドネシアの環境基準 50μg/m³ を満たしており、2001 年は 36μg/m³、2002 年 40μg/m³、その後 2003 年には 15μg/m³ へと大幅に低下している（図 1.8を参照）。



出典：ADB. Country Synthesis Report on Urban Air Quality Management Indonesia, 2006.

(ジャカルタのデータはインドネシア環境省の"State of Environment Report 2005 (SLHI 2005)、スラバヤのデータは 2003 年のスラバヤ大気観測所のものを使用)

図 1.8 2000 年-2005 年 ジャカルタとスラバヤにおける大気中 O₃ 濃度

HCによる汚染の状況

- ・ 太陽光存在下では、揮発性炭化水素(Volatile hydrocarbon ; VHC)は NO_x と反応して O₃ (二次汚染物質) を生成する。
- ・ VHC は特定の化合物であるので、それによる健康への影響を一般化することは難しいが、VHC のなかには非常に有害なものもあり、発癌のおそれがあるものもある。たとえば、HC の複合体である芳香族多環式炭化水素 polyaromatic hydrocarbons (PAHs) は、どの段階においても、(突然) 変異原性で発癌性のある健康影響をもたらす。

- ・ インドネシアにおける VHC 濃度はほとんど測定されていないが、VHC 排出は 1998 年から 2000 年の間で 8 万 t 増加したと考えられる。VHC 排出源は、バイクが 71%、自動車が 16%、トラックが 9%、バスが 4%を占める。

大都市における移動発生源による大気汚染⁵

- ・ インドネシア共和国の首都ジャカルタ特別市（DKI ジャカルタ）は、東南アジアの都市の中でも経済成長が最も著しい都市の一つである。モータリゼーションの進展、市街地の大規模開発、工業化の進展など都市の発展に伴って都市環境とりわけ大気質が著しく悪化してきている。
- ・ DKI ジャカルタの 1998 年定点観測結果によると、12 地区のうち 8 地区で全浮遊微粒子（TSP）が基準値 230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超えており、商業地区では基準の 2.8 倍を観測している。TSP の総排出負荷のうち移動発生源に起因するものが全体の 40%を占めており、中央ジャカルタに限定すると 93%もの高い値となる。
- ・ ジャカルタ首都圏全体では、総排出量に対して自動車による排出量が占める割合は、NO_x で 68.8%、SO_x で 14.6%、TSP で 40.2%を占めており、自動車交通による排出量の削減策の実施が急務となっている。

表 1.6 ジャカルタ首都圏における発生源別大気汚染排出量

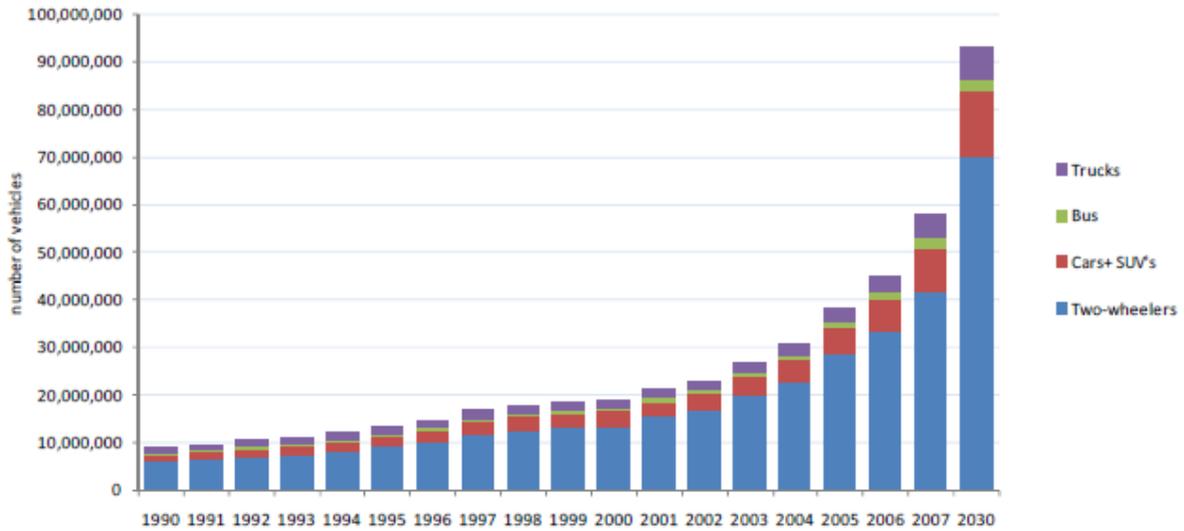
発生源	NO _x		SO _x		TSP	
	t/年	%	t/年	%	t/年	%
工場	36,832	25.7	42,697	76.3	13,581	57.1
家庭	4,962	3.4	4,220	7.5	642	2.7
自動車	98,738	68.8	8,142	14.6	9,563	40.2
船舶	1,960	1.4	808	1.4	—	—
航空機	1,926	0.7	91	0.2	—	—
計	143,518	100.0	55,958	100.0	23,786	100.0

出典：JICA. "The Study on Integrated Air Quality Management for Jakarta Metropolitan Area", 1997.

有鉛ガソリンによる健康被害

大気汚染物質のなかでも有鉛ガソリンは、中枢神経の鉛中毒症状等の健康被害をもたらす。ジャカルタ大気大気中の鉛濃度は、1998 年の 0.42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ から、2000 年には 1.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に増加しており、これは主に、経済成長を背景とした自動車数の増加によるものである（図 1.9参照）。

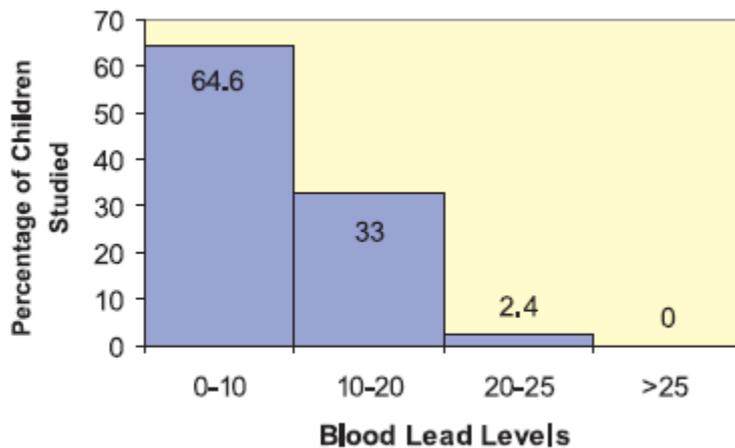
⁵ 藤原章正. インドネシア首都圏の交通システムと社会的環境管理能力 「アジアにおける社会的環境管理能力の形成—ヨハネスブルグサミット後の日本」, JETRO, 2003.



出典：Swisscontact, Clean Air Indonesia “Summary of Progress on Improving Air Quality”, 2008.
 (データ元は、BPS Statistics Indonesia)

図 1.9 1990 年から 2007 年までの自動車台数の推移と 2030 年までの将来予測

2001 年 6 月に米国疾病予防管理センター (US Centers for Disease Control and Prevention :CDC) がジャカルタ在住の小学生 2 年生、3 年生を対象に行った血中鉛濃度調査では、6 歳以下の小学生の血中鉛濃度が 10~20 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 以上であった⁶。



出典：World Bank, “Indonesia Environment Monitor 2003”, 2003.
 (データ元は、Albalak, R., “Lead Exposure and Anaemia among Children in Jakarta” Indonesia, 2001)

図 1.10 ジャカルタ市の子供の血中鉛濃度 (2001 年)

⁶ 廣田恵子. JARI インドネシア・ラウンドテーブル 2008 概要報告-インドネシアにおける大気汚染削減への取り組み. 自動車研究. 2008, vol. 30, no 12

2 水質汚濁

2.1 水質に係る環境基準及び排水基準

水質環境基準

水質の環境基準は、陸水（地下水を除く）と海水について定められている。陸水にかかる環境基準は、「水質汚濁の防止および水質管理に関する政令（2001年政令第82号）」により、利水用途に応じて、4類型に分けて定められている。この基準は全国一律のものであり、州政府及び県・市政府はそれぞれの管轄権限内で地域の特性に応じて基準値の変更、新たな基準値の設定（上乘せ、横だし）を行うことができる。

ただし、中央と地方の連携が不十分であるため、結果としてそれぞれの河川にどの類型が適用されるか、未だに明確になっていないのが現状である。

表 2.1 政令 2001 年第 82 号に基づく水質類型

I 類型	飲料水あるいは飲料水と同等の水質が要求されるその他の用途に利用可能な水
II 類型	レクリエーション、淡水魚養殖、農業・プランテーションへの灌漑を目的とする、あるいは同等の水質が要求されるその他の用途に利用可能な水
III 類型	淡水魚養殖、畜産業、プランテーションへの灌漑を目的とする、あるいは同等の基準が要求されるその他の用途に利用可能な水
IV 類型	プランテーションへの灌漑を目的とする、あるいは同等の基準が要求されるその他の用途に利用可能な水

環境基準の項目は、①物理項目（水温、濁度等）、②無機項目（pH、水銀、ヒ素、カドミウム等）、③有機化学項目（BOD、COD、DDT、BHC 等）、④微生物項目（大腸菌群数）、⑤放射能項目（総アルファ線、総ベータ線）に分類された45項目について定められている。

表 2.2 政令 2001 年第 82 号に基づく水質環境基準

項目	単位	分類			
		I 類型	II 類型	III 類型	IV 類型
物理的特性					
温度	°C	通常水温±3	通常水温±3	通常水温±3	通常水温±5
溶解性残留物	mg/l	1,000	1,000	1,000	2,000
懸濁性残留物	mg/l	50	50	400	400
無機元素					
pH		6-9	6-9	6-9	5-9
BOD	mg/l	2	3	6	12
COD	mg/l	10	25	50	100
溶存酸素	mg/l	6	4	3	0
リン酸塩（Pとして）	mg/l	0.2	0.2	1	5
硝酸性窒素	mg/l	10	10	20	20
アンモニア性窒素	mg/l	0.5	—	—	—

項目	単位	分類			
		I 類型	II 類型	III 類型	IV 類型
ヒ素	mg/l	0.05	1	1	1
コバルト	mg/l	0.2	0.2	0.2	0.2
バリウム	mg/l	1	—	—	—
ホウ素	mg/l	1	1	1	1
セレン	mg/l	0.01	0.05	0.05	0.05
カドミウム	mg/l	0.01	0.01	0.01	0.01
六価クロム	mg/l	0.05	0.05	0.05	1
銅	mg/l	0.02	0.02	0.02	0.2
鉄	mg/l	0.3	—	—	—
鉛	mg/l	0.03	0.03	0.03	—
マンガン	mg/l	0.1	—	—	—
水銀	mg/l	0.001	0.002	0.002	0.005
亜鉛	mg/l	0.05	0.05	0.05	2
塩素	mg/l	600	—	—	—
シアン化物	mg/l	0.02	0.02	0.02	—
フッ化物	mg/l	0.5	1.5	1.5	—
硝酸塩 (N として)	mg/l	0.06	0.06	0.06	—
硫酸塩		400	400	—	—
遊離塩素	mg/l	0.03	0.03	0.03	—
硝化水素性硫化物	mg/l	0.002	0.002	0.002	—
微生物元素					
糞便性大腸菌	MPN/100ml	100	1,000	2,000	2,000
大腸菌	MPN/100ml	1,000	5,000	10,000	10,000
放射性物質					
α 線	Bq/l	0.1	0.1	0.1	0.1
β 線	Bq/l	1	1	1	1
有機化学元素					
動植物油	mg/l	1	1	1	—
界面活性剤 (MBAS として)	mg/l	0.2	0.2	0.2	—
フェノール類	μg /l	1	1	1	—
BHC	μg /l	210	210	210	—
アルドリン、ディエルトリン	μg /l	17	—	—	—
クロルデイン	μg /l	3	—	—	—
DDT	μg /l	2	2	2	2
ヘプタクロロ、ヘプタクロロエポキシド	μg /l	18	—	—	—
Methoxyclor	μg /l	35	—	—	—
エンドリン	μg /l	1	4	4	—
toxaphan	μg /l	5	—	—	—

出典：国際協力銀行環境審査室. インドネシア環境プロファイル, 2003.

海域については「海水の水質基準に関する政令（2004年政令第51号及び179号）」によって環境基準が定められている。海水の水質は、利用目的別にⅢ類型に分類される。

表 2.3 2004 年政令第 51 号及び 179 号に基づく海水の水質類型

I 類型	港湾の水
II 類型	海水レクリエーションに利用できる水
III 類型	海洋生態系生息に適する水

2.2 工場等の排水基準

工場からの排水にかかる排水基準は、1991年に14の特定業種と一般業種について排出基準が定められ、1995年「産業排水の基準に関する環境大臣令（1995 年省令第51号）」によって、対象となる特定業種の種類が21に拡大された。

特定業種

特定業種は、苛性ソーダ、金属塗料、やし油、紙・パルプ、ゴム、砂糖、タピオカ、繊維、化学肥料、エタノール、グルタミン酸ソーダ、合板、牛乳・乳飲料、ソフトドリンク、石鹼・合成洗剤・植物性油、ビール、乾電池、塗料、製薬および殺虫剤である。特定業種に指定されている工場については、排水基準値に加え、単位生産量あたりの排水量の上限值も規定されている。

規制対象となる項目（濃度および単位生産量あたりの排水量上限値）の数は、ソフトドリンク工場の4項目（BOD、SS、油分、pH）から塗料工場の12項目（BOD、SS、水銀、亜鉛、鉛、銅、六価クロム、チタン、カドミウム、フェノール、油分、pH）まで、業種によって異なる。

一般工場（特定業種以外）

特定業種に指定されていない一般の工場の排水については、30の項目につき排水処理施設のレベルに応じて2種類の排水基準が設定されている。高度な排水処理を行っている工場には I 類型の基準が、簡単な排水処理を行っている工場には II 類型の基準が適用される。I 類型については、日本の排水基準（国）と比較しても、大部分がより厳しい値である。

政令2001年第82号もしくは政令1990年第20号に基づき、州知事およびジャカルタ等の特別行政区の長は、州知事令をもって、独自の水質環境基準および排水基準（上乘せ基準）を制定する権限を有する。ジャカルタ特別州、西ジャワ州、ジョグジャカルタ特別州、東ジャワ州、南カリマンタン州、東カリマンタン州も独自の排水基準を制定している。

表 2.4 排水基準（一般の工場）

項目	単位	最大濃度	
		I 類型	II 類型
物性			
温度	℃	38	40
溶存固形物	mg/l	2,000	4,000
浮遊懸濁物	mg/l	200	400
化学物質			
pH		6-9	—
溶存鉄	mg/l	5	10
溶存マンガン	mg/l	2	5
バリウム	mg/l	2	3
銅	mg/l	2	3
亜鉛	mg/l	5	10
六価クロム	mg/l	0.1	0.5
全クロム	mg/l	0.5	1
カドミウム	mg/l	0.05	0.1
水銀	mg/l	0.002	0.005
鉛	mg/l	0.1	1
スズ	mg/l	2	3
ヒ素	mg/l	0.1	0.5
セレン	mg/l	0.05	0.5
ニッケル	mg/l	0.2	0.5
コバルト	mg/l	0.4	0.6
シアン	mg/l	0.05	0.5
亜硫酸	mg/l	0.05	0.1
フッ素	mg/l	2	3
遊離塩素	mg/l	1	2
アンモニア態窒素	mg/l	1	5
硝酸	mg/l	20	30
亜硝酸	mg/l	1	3
BOD ₅	mg/l	50	150
COD	mg/l	100	300
メチレンブルー活性物質 (MBAS)	mg/l	5	10
フェノール	mg/l	0.5	1
動植物性油脂	mg/l	5	10
鉱油	mg/l	10	50
放射能		他の基準に従う	他の基準に従う

2.3 水質汚濁の状況

インドネシアの水質汚濁は、有機性汚濁負荷のうち50～75%が家庭排水を起源とし、25～50%が産業排水を起源とするものと推測されている⁷。家庭の汚水処理槽の近くに飲用も兼ねる生活用水井戸があるケースも多いとの報告もあり、未処理汚水に汚染された河川水及び地下水を利用する住民の健康影響が懸念されている。

河川の汚濁も進展しており、インドネシア環境省（KLH）の2009年度環境年報によると、全国では56%、カリマンタン島では80%、ジャワ島では74%の水域が水質環境基準類型II（レクリエーション、淡水魚養殖、農業・プランテーション灌漑に利用）に不適合であった。現在は湖沼の水質は貧栄養段階が多い状況ではあるが、貧栄養と中栄養との間を推移しているバツール湖（バリ）、一部の水域で栄養レベルがやや高いトバ湖（北スマトラ）など、対策が必要な湖沼も出現している。

地下水や土壌に対しても、上述のような汚濁負荷が掛かっているため、体系的なモニタリングが必要な状況となっている。

産業排水による汚染の状況

産業排水に関しては、繊維業、パルプ・紙業、合板業、ゴム業などが主な排出源と考えられており、大規模な工場の場合は、排水処理設備を有し処理設備の適切な運転管理が行われている一方で、地場の中小規模の工場では、排水処理装置を設置していないことも多く、有機物のほか重金属などによる河川の汚染が深刻化しているほか、ジャカルタ湾などの海域では、産業排水が原因とみられる水銀も検出されている。

2009年度版インドネシア環境年報のデータによると、2004年度の大・中規模の工場総数9,958に対し、2008年度には12,847と、4年間に工場数が29%の増加を示している。業種については、2008年度のデータによると、食品・飲料関係の工場数が47.6%、繊維関係の工場数が21%であり、これらは多くの排水を必要とする業種であるが、両業種の合計工場数は8,700と全体の7割近くを占めている。このほか農業・家畜による汚濁負荷も問題となっている。2006年度の無機肥料及び農薬の使用量は2004年度の5倍と報告されており、全体として汚濁負荷が高くなっている。

表 2.5はインドネシア全体の数値を示しており、排水を排出する産業セクターとして「食品・飲料」の企業数が他を圧倒しており、それに「繊維」「ゴム」「化学」が続いている。

表 2.5 排水を排出した企業数

産業セクター	2000年	2001年	2002年
食品・飲料	4,661	4,544	4,551
タバコ	821	808	814
繊維	2,027	1,897	1,892

⁷ 国家アジェンダ 21（持続可能な開発のための国家戦略、1997年）

産業セクター	2000年	2001年	2002年
皮革	587	561	533
紙	431	383	340
鉱物・鉱業、石油・ガス	57	48	40
化学	1,087	1,071	1,014
ゴム	1,392	1,392	1,466
合計	11,063	10,704	10,650

出典： The State Ministry of Environment, Indonesia. State of the Environment in Indonesia 2004.

なお、2004年に実施されたインドネシア環境省の調査（表 2.6）によると、排水基準を満たしている企業は、基礎化学で53.85%、繊維で61.29%となっており、これらの業界では3分の2以上の企業が排水基準を達成していない状況であった。

表 2.6 2004年排水基準を満たした製造業の企業数

製造セクター	対象企業数	排水基準を満たしている企業数	
		企業数	割合(%)
繊維	62	38	61.29
紙	8	6	75.00
紙・パルプ	23	21	91.30
基礎化学	13	7	53.85
製薬	10	10	100.00
鉱物産業、鉱業、ガス産業	3	2	66.67
肥料	3	2	66.67

出典： The State Ministry of Environment, Indonesia. State of the Environment in Indonesia 2004.

表 2.7 2004年排水基準を満たした鉱業、エネルギー、石油・ガス分野の企業数

産業	対象企業数	排水基準を満たしている企業数	
		企業数	割合(%)
石油・ガス・地熱探査及び生産	36	32	88.89
石油・ガス精製	6	2	33.33
LNG	1	1	100.00
石炭鉱業	12	7	58.33
金属鉱業	13	11	84.62
発電（石炭火力）	7	5	71.43
発電（石油・ガス）	4	2	50.00

出典： The State Ministry of Environment, Indonesia. State of the Environment in Indonesia 2004.

生活排水

インドネシアでは、下水道は一部の大都市で整備されているのみであり、大半の地域では整備されていない。既存調査によると、生活排水による汚染の状況は以下のとおりである。

- ・ し尿が未処理のまま水路（小川、河川、運河等）へ流入あるいは投棄されており、糞便性大腸菌による汚染が深刻である。ジャカルタ、バンドン、スラバヤ等の主要な都市の地下水の多くはし尿で汚染されている。
- ・ 2002年の国家社会経済統計は、インドネシアにおける60%の世帯が、汚水処理タンクから10m以内に飲用水源を持っていると報告している⁸。
- ・ 2003年のRegional Environment Quality Balance Report（NKLD）によれば、調査された井戸では、FeとMnの濃度の品質平均は、飲料水基準⁹の基準を満たしたが、Tugu Selatanの井戸は、SO₄の基準値を超えており、Cakung Barat と Sunter Barat areasにおける有機物質濃度は、基準を超えていた。調査が行われたほとんどすべての井戸で、大腸菌濃度が基準値を超え、最も高かったRorotan areaとEast Jakarta では1,600 x 10³/100 ml であった。

スラバヤ市カリマス川¹⁰

カリマス川は、インドネシア・ジャワ島の東を流れるブランタス川及びスラバヤ川の支流の一つで、スラバヤ市の中心部を流れる全長 12km の川であり、河口はインドネシア第 2 の港であるタンジュン・ペラ港である。スラバヤ市環境保護局による、カリマス川の現状及び課題は以下の通りである。

- ・ カリマス川では、川沿いに立てられている不法建築物（主に他の県や地域から来ている人が立てた木造の家屋）、汚染問題（ゴミの不法投棄、し尿の未処理放流）、生活排水による水質の汚濁が問題となっている。
- ・ スラバヤ市には、下水道が設置されておらず、生活排水は各家庭で設置されている個別処理施設であるセプティック・タンク（腐敗槽）で簡易処理されるか、未処理のまま近隣の水路やカリマス川へ排出されている。生活排水の河川への流入は、ゴミの河川への投棄に加わってカリマス川の水質汚濁の進行の大きな原因となっている。
- ・ 現地の住民にとっては、川はゴミを捨てる場所であり、ゴミを投棄するのは当然のことという意識がある。カリマス川の水質を改善するためには、下水道整備などの生活排水対策を行うことが基本であるが、住民意識の向上も重要なポイントであると考えられている。また、下水処理やゴミ収集といった公共サービスに対して適切な料金を支払う義務があることを理解してもらうことも重要である。

⁸ 10m以内であれば、飲料水は大腸菌に汚染されていると考えられる。

⁹ Minister of Health Regulation Number 416, MENKES/Per/IX/1990 on Drinking Water Quality Requirement

¹⁰財団法人北九州国際交流協会. 平成 19 年度自治体国際協力促進事業（モデル事業）. 「インドネシア国スラバヤ市水環境改善促進事業」報告書. 2007

ジャカルタ市¹¹

- ・ インドネシア国ジャカルタ首都特別区における下水道普及率はわずか2.62%にすぎない。このため、家庭汚水やし尿等の垂れ流し、また、不適切な腐敗槽（septic tank）等の設置が、河川や地下水の水質に深刻な問題を引き起こしている。
- ・ 1980年代に世界銀行、1990年代には海外経済協力基金（OECD）（当時）による支援等を受けつつも、諸般の理由により有効には活用できなかった。現在ジャカルタ市では不定期ではあるが、河川・地下水の水質モニタリングが行われている。しかし、分析後の評価は、JICAの開発調査で実施されたインドネシア国ジャカルタ市都市排水・下水道整備調査（1991年終了）以降、ほとんどされていない。

¹¹ 佐藤伸幸、原田秀樹。「インドネシア国ジャカルタ市における水環境問題の現況と課題についての研究」 環境システム研究論文集、vol.32, pp11-19. 2004