

フィリピンのパラワン島における 有害大気汚染について*

大野 ちづ子¹⁾・大垣 光治¹⁾・小西 壽久¹⁾・エドムンド ビラルス²⁾

キーワード ①Palawan②Hazardous air pollutants③Benzene④1, 3-butadiene
⑤Ozone layer depletion substances

Abstract

The Provincial Government of Palawan held a seminar/workshop on WATER CONSERVATION with assistance from the Center of Public Health & Environmental Sciences in Tokushima Prefecture on July 3-4, 2000 at the Legend Hotel, Puerto Princesa City, Palawan. We took advantage of this opportunity and carried out an investigation of the toxic air pollutants on Palawan. As a result of the air quality survey carried out on July 6 th and 7 th, we found the following air quality features.

- 1) The trichloroethylene, tetrachloroethylene and the ozone layer depletion substances levels were almost the same as Japanese results and there was no problem.
- 2) The benzene level at the Puerto Princesa airport site was 4.5 times higher than the standard value in Japan and the level at the Immaculate Conception Cathedral site was 2.6 times higher. These sites are near main road and they have some effects due to exhaust gases from vehicles.
- 3) The 1.3-butadiene results showed a high concentration at the Puerto Princesa airport site and Immaculate Conception Cathedral site. The main cause of the 1.3-butadiene pollution is also exhaust gases, too.

1. はじめに

日本においては1996年5月、大気汚染防止法を改正して、有害大気汚染物質について健康影響の未然防止のため対策が位置付けられた。

1996年10月および12月には、具体的な対策について審議され答申があった。その答申において、有害大気汚染物質に該当する可能性がある物質(234種類)のうち優先取組物質(22種類)のリストが示された¹⁾(Table 1)。

また、優先取組物質のうちベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンについては、環境基本法に基づく大気汚染に係る環境基準が定められたが、その値は「ベンゼンは1年の平均値が $0.003\text{mg}/\text{m}^3$ 以下であること、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンは $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下であること」となっている²⁾(Table 2)。

フィリピン・パラワン州政府環境資源局では、徳島県保健環境センターと協力して2000年7月3

*Studies on the Hazardous Air Pollutants of the Palawan Island in the Philippines

1) Chizuko OHNO, Mitsuharu OGAKI, Toshihisa KONISHI (徳島県保健環境センター) Center of Public Health & Environmental Sciences in Tokushima Prefecture. 2) Edmund M.VILARUZ Environment and National Resources Office of the Philippines

日と4日の2日間、パラワン島のプエルトプリンセサ市において、「水質管理および水質保全セミナー」を開催した。その機会に、パラワン州政府環境資源局、タイタイ行政区、保健環境センターではタイタイ行政区のマンガオ湖の水質調査を実施したが、あわせてマンガオ湖の湖畔1地点、プエルトプリンセサ市内2地点で、有害大気汚染物質の調査を行い、実態把握を行った。

なお、フィリピンでは、有害大気汚染物質のうちアスベストについて環境基準 ($0.01\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) が定められている³⁾。

Table 1 Substances Requiring Priority Action

Substance
Acylonitrile
Acetaldehyde
Vinyl chloride monomer
Chloroform
Chloromethyl methylether
Ethylene oxide
1,2-dichloroethane
Dicholoromethane
Mercury and its compounds
Talc (including asbestos fiber-like substances)
Dioxins
Tetrachloroethylene
Trichloroethylene
Nickel compounds
Arsenic and its compounds
1,3-butadiene
Berylium and its compounds
Benzene
Benzo [a] pyrene
Formaldehyde
Manganese and its compounds
Haxavalent chromium compounds

Note: Not all metal compounds are necessarily confirmed to have long-term toxicity, so in the future it is necessary to promote the accumulation of scientific knowledge, and to clarify the toxicity of individual compounds.

2. 調査の概要

2.1 調査地点

- (1) マンガオ湖の湖畔の地点 (Fig. 1, 2)
- (2) プエルトプリンセサ市内のメイン通りであ

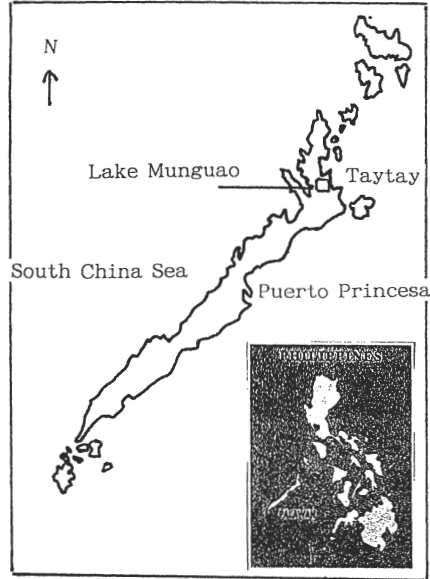


Fig. 1 Location of Lake Munguao

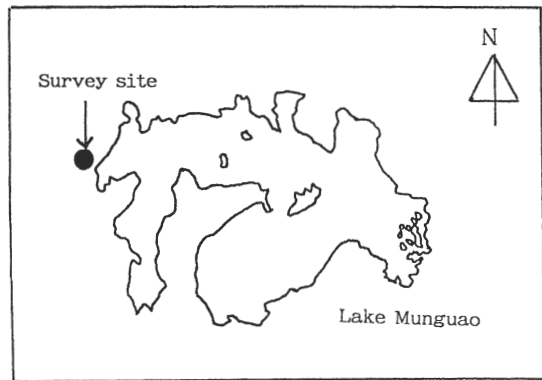


Fig. 2 Survey site of Lake Munguao

Table 2 Environmental Quality Standards of Benzene, Trichloroethylene and Tetrachloroethylene

(Notification on February 4th, 1997)

Substance	Environmental conditions	Measuring method
Benzene	Annual average shall not exceed $0.003 \text{ mg}/\text{m}^3$	Preference method: gas chromatograph-mass spectrometer (Sample gas should be collected with canister or tube) or its equivalent method.
Trichloroethylene	Annual average shall not exceed $0.2 \text{ mg}/\text{m}^3$	
Tetrachloroethylene	Annual average shall not exceed $0.2 \text{ mg}/\text{m}^3$	

る、J. RIZAL Avenue に面したプエルトプリンセサ国内空港の敷地内の地点 (Fig. 3, 4) で、道路から40m の距離にある。

- (3) J. RIZAL Avenue の西端にある、イマキュレイト・コンセプション教会の庭内の地点。その地点は、J. RIZAL Avenue から約10m の距離にある。(Fig. 3, 4)

マンガオ湖はマンガオ湖資源保護地域に指定され、自然保護に努めている地域である。この湖の周辺は、人家等はほとんどない山間部で、工場や

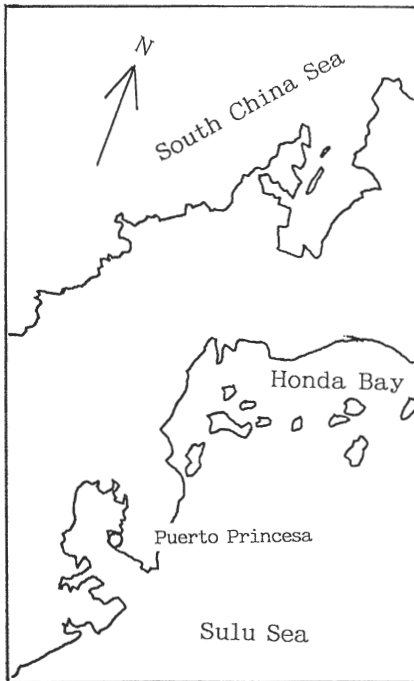


Fig.3 Location of Puerto Princesa

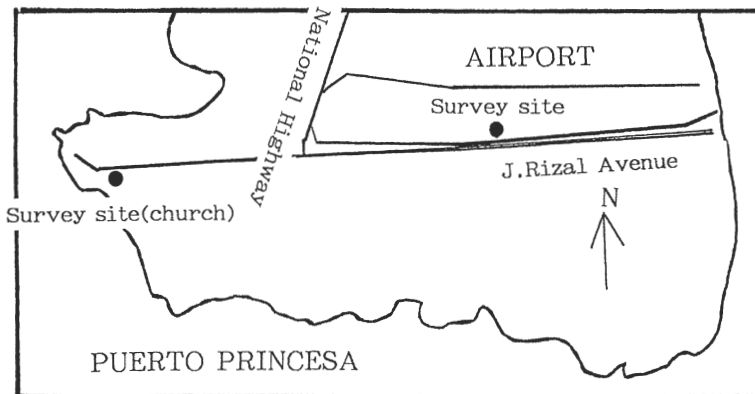


Fig. 4 Survey sites of Puerto Princesa city

自動車等の発生源はない。そこで、他の地点との比較対象地点として地点(1)を選んだ。

また、州都であるプエルトプリンセサ市内の2地点(2)と(3)は、いずれもメイン道路から近距離にあり、自動車やトライシクル(オートバイにサイドカーを付けた3輪の乗り物)による排気ガスの影響を受けやすい地点である。

2.2 調査機関

パラワン州政府環境資源局、保健環境センター

2.3 調査時期

マンガオ湖の湖畔 2000年7月6日
 プエルトプリンセサ空港 2000年7月7日
 イマキュレイト・コンセプション教会
 2000年7月7日

2.4 調査方法

850ml のステンレス製キャニスターで調査地点の大気を採取した。キャニスターには、パシブサンプラーを取り付け1時間でサンプリング出来るように調整した。

採取したサンプルは航空便で、日本(保健環境センター)まで送付し日本電子製GC-MS(JMS-700)で分析を行った。

2.5 調査項目

調査項目としては、優先取組物質及びオゾン層破壊物質のうち、下記の21物質について調査した。

トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ベンゼン、アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、ジクロロメタン、1,3-ブタジエン、四塩化炭素、1,1-ジクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、

Table 3 Monitoring Results of Hazardous Air Pollutants on the Palawan islands

	Trichloroethy.		Tetrachloroethy.		Benzene		Acrylonitrile		Vinyl chloride		Chloroform	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb
1 Lake M.	0.19	0.034	0.43	0.062	0.80	0.25	0.010	0.005	nd	nd	0.039	0.008
2 Airport	0.084	0.015	0.15	0.022	13.6	4.2	0.027	0.012	0.009	0.003	0.023	0.005
3 Church	0.37	0.067	0.93	0.14	7.80	2.4	0.021	0.010	0.008	0.003	0.017	0.003
	1,2-dichloroeth.		Dichloromethane.		1,3-butadiene		Carbone tetrachlo.		1,1-dichloroethy.		1,1,1-trichloroeth.	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb
1 Lake M.	0.047	0.011	0.004	0.001	0.12	0.055	0.43	0.068	0.004	0.001	0.21	0.038
2 Airport	nd	nd	0.011	0.003	1.4	0.62	0.47	0.078	0.005	0.001	0.22	0.039
3 Church	0.019	0.005	0.025	0.007	0.54	0.24	0.49	0.076	0.007	0.002	0.23	0.041
	1,2-dichloroeth.		Toluene		Ethy benzene		o-xylene		m, p-xylene			
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb		
1 Lake M.	nd	nd	1.7	0.45	0.54	0.12	0.81	0.18	0.90	0.21		
2 Airport	nd	nd	53	14	10	2.2	11	2.4	14	3.2		
3 Church	nd	nd	30	7.8	4.7	1.1	5.9	1.3	7.6	1.7		
	CFC 12		CFC 11		CFC 114		CFC 113					
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb				
1 Lake M.	2.0	0.40	1.1	0.19	0.086	0.012	0.61	0.079				
2 Airport	2.3	0.45	1.1	0.20	0.31	0.043	0.62	0.080				
3 Church	2.3	0.46	1.2	0.21	0.10	0.014	0.53	0.068				

site	date	time	weather	temp. °C	humid. %
1 Lake M.	July 6th	11:35~12:37	fine	34.3	56.8
2 Airport	July 7th	17:10~18:09	fine	29.5	64.8
3 Church	July 7th	18:23~19:25	fine	30.2	77.5

Trichloroethy.	Trichloroethylene
Tetrachloroethy.	Tetrachloroethylene
Vinyl chloride	Vinyl chloride monomer
1,2-dichloroeth.	1,2-dichloroethylene
Carbone tetrachlo.	Carbone tetrachloride
1,1,1-trichloroeth.	1,1,1-trichloroethylene
1,2-dichloropro.	1,2-dichloropropane
1 Lake M.	Lake Munguao
2 Airport	Puerto Princesa air port
3 Church	Immaculate Conception Cathedral

1,2-ジクロロプロパン, トルエン, エチルベンゼン, *o*-キシレン, *m,p*-キシレン, CFC-12, CFC-11, CFC-114, CFC-113

3. 調査結果

調査結果は Table 3 に示している。

3.1 トリクロロエチレン, テトラクロロエチレン, ベンゼンの調査結果について (Fig. 5-1)

トリクロロエチレンは0.084~0.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, テトラクロロエチレンは0.15~0.93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり, 日本の環境基準値 (年平均値で200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) と比べても, 非常に低値であり問題はなかった。

日本の現状について, 平成12年8月24日に環境庁大気保全局大気規制課から公表された「平成11年地方公共団体等における有害大気汚染物質モニタリング調査結果について」(以下平成11年度の日本の調査結果という)⁴⁾で見ると, トリクロロエチレンが0.018~60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均値は1.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), テトラクロロエチレンは0.030~10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均値は0.77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) であり, 今回の調査結果は2項目ともに日本の平均値と比べて非常に低い値であった。

ベンゼンはマンガオ湖で0.80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, プエルト

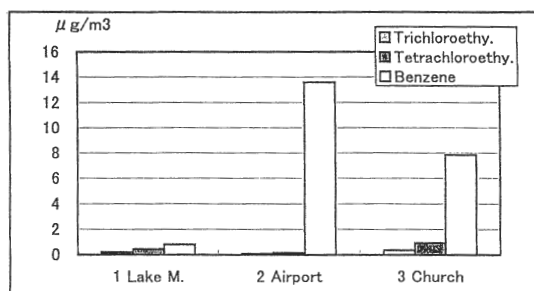


Fig. 5-1 Designated substances

プリンセサ空港で13.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, イマキュレイト・コンセプション教会では7.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。日本の環境基準 (年平均値で3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) と比較すると, マンガオ湖は基準値よりも非常に低かったが, プエルトプリンセサ空港では基準値の4.5倍, イマキュレイト・コンセプション教会では2.6倍高かった。

また, 平成11年度の日本の調査結果と比較してみると, 日本の場合一般環境で0.44~4.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均2.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 発生源周辺で0.93~8.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 沿道の場合には1.2~7.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均3.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 全体で0.44~8.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) であり, エルトプリンセサ空港やイ

Table 4 Monitoring Results of Hazardous Pollutants (1999)

Substance	Area classifications	No. of Points	No. of samples	units of concentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
				Average	Min.	Max.
Benzene	General areas	198	2388	2.1	0.44	4.8
	Areas near sources	68	816	2.5	0.93	8.3
	Roadside areas	74	899	3.3	1.2	7.0
	Total	340	4103	2.5	0.44	8.3
Trichloroethylene	General areas	195	2364	1.5	0.018	60
	Areas near sources	72	864	3.2	0.029	57
	Roadside areas	45	551	1.1	0.020	10
	Total	313	3779	1.8	0.018	60
Tetrachloroethylene	General areas	199	2400	0.78	0.030	10
	Areas near sources	70	840	0.72	0.063	6.0
	Roadside areas	44	539	0.79	0.070	10
	Total	313	3779	0.77	0.030	10

Table 5 Monitoring Results of Hazardous Pollutants (1999)

	units of concentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
	No. of Points	No. of samples	Average	Min.	Max.
Acrylonitrile	332	3564	0.17	0.0025	2.5
Acetaldehyde	307	3224	2.7	0.28	9.2
Vinyl chloride monom	330	3575	0.17	0.0079	7.0
Chloroform	341	3667	0.34	0.045	4.8
1,2-dichloroethylene	342	3703	0.16	0.010	2.0
Dichloromethane	346	3742	2.8	0.095	16
1,3-butadiene	350	3752	0.32	0.0023	2.6
Benzo (a) pyrene	296	3080	0.46	0.024	2.8
Formaldehyde	309	3261	3.1	0.24	8.7

マキュレイト・コンセプション教会の濃度は非常に高く、とくにプエルトプリンセサ空港の場合、平成11年度の日本の調査結果の最高値よりも高濃度である。ベンゼンは、自動車ガソリン中に存在し、その濃度は国によって異なるが最高数%の値が報告されている。そのため、主要な排出源として自動車排出ガス、ガソリンスタンド等の自動車関連の排出源の割合が非常に高いといわれている。パラワン島で使われているガソリンに含まれるベンゼンの濃度など今後情報を集める必要がある。

日本においては、大気中に排出されるベンゼンを削減するため、ガソリン中のベンゼン含有量を1体積%以下にすることとしている⁵⁾が、フィリピンでどのような政策を取っているのかは不明である。

なお、調査結果を連絡した時には、日本のベンゼンについての環境基準は、「一生涯を通じて、健康に影響が出る確率が10万人に1人であるレベル」であり、環境基準を超えたから直ちに健康影

響が出るというものではない⁶⁾ということも併せて連絡した。

3.2 その他の揮発性有機化合物等の調査結果について (Fig. 5-2)

優先取組物質については、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、ベンゼンの3物質以外では、アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン、ジクロロメタン、1,3-ブタジエンの6項目について調査を行った。

平成11年度の日本の調査結果と比較してみると、1,3-ブタジエン以外はいずれも、日本の最低値あるいは最低値に近いレベルであった。

1,3-ブタジエンについては、マンガオ湖で $0.12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、プエルトプリンセサ空港で $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、イマキュレイト・コンセプション教会では $0.54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ あった。平成11年度の日本の調査では、 $0.0023 \sim 2.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (平均値 $0.32 \mu\text{g}/\text{m}^3$) という結果が得られており、ベンゼンと同様プエルトプリンセサ空港とイマキュレイト・コンセプション教会の濃

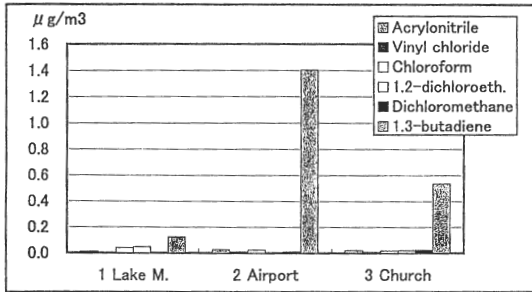


Fig. 5-2 Volatile Organic Compounds

度は非常に高く、とくにプエルトプリンセサ空港では、日本の調査で得られた平均値である $0.32\mu\text{g}/\text{m}^3$ よりも、約4.4倍高濃度であった。1,3-ブタジエンもベンゼンと同様に、自動車排出ガスの中に含まれていると考えられている物質の一つであり同じような原因が考えられる。

3.3 フロン等オゾン層破壊物質の調査結果について (Fig. 5-3)

オゾン層は、太陽光線に含まれる有害紫外線の大部分を吸収しているが、近年フロン等の人工的な化学物質（オゾン層破壊物質）が、このオゾン層を破壊することが問題になっており、日本においては、1979年からこれらオゾン層破壊物質の大気中の濃度測定を開始している。⁸⁾⁹⁾

われわれは、今回、オゾン層破壊物質のうち、1,1,1-トリクロロエタン、CFC-12、CFC-11、CFC-113の調査を行った。それぞれの濃度は1,1,1-トリクロロエタンが $38\sim 41\text{pptv}$ 、CFC12が $400\sim 460\text{pptv}$ 、CFC11が $190\sim 210\text{pptv}$ 、CFC-113が $68\sim 80\text{pptv}$ であり、4物質とも日本が北海道あるいは南極昭和基地で観測している濃度よりも低濃度だった。

4. おわりに

2000年7月6日および7日にフィリピンのパラワン島で、有害大気汚染物質の実態調査を行った結果、パラワン島における一般大気環境の状況は次のとおりであった。

- (1) トリクロロエチレンは $0.084\sim 0.37\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、テトラクロロエチレンは $0.15\sim 0.93\mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、日本の環境基準値（年平均値で $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）と比べて、非常に低値だった。
- (2) ベンゼンは日本の環境基準値（年平均値で3

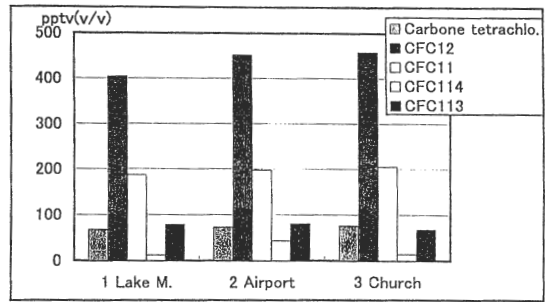


Fig. 5-3 Ozone layer depletion substances

$\mu\text{g}/\text{m}^3$)と比較すると、マンガオ湖は基準値よりも低かったが、プエルトプリンセサ空港では基準値の4.5倍、イマキュレイト・コンセプション教会でも2.6倍とかなり汚染されていることが解った。

- (3) 1,3-ブタジエンは、ベンゼンと同様にプエルトプリンセサ空港およびイマキュレイト・コンセプション教会の濃度は、平成11年度の日本の調査結果の平均値よりもかなり高濃度であった。ベンゼンと1,3-ブタジエンは、どちらも自動車排出ガスの中に含まれていると考えられている物質の一つであり今後燃料事情などを含めて詳細な調査が求められている。

なお、プエルトプリンセサ空港での飛行機からの排出ガスの影響については現在のところ情報がなく、どの程度影響しているのか判断できない。

—参考文献—

- 1) ENVIRONMENT AGENCY GOVERNMENT OF JAPAN: QUALITY OF THE ENVIRONMENT IN JAPAN, p. 137, 1997
- 2) <http://www.eic.or.jp/eanet/en/index.html>
- 3) 国際協力事業団：国別環境情報整備調査報告書（フィリピン国），12，平成9年10月
- 4) 環境庁大気保全局大気規制課：平成11年度地方公共団体等における有害大気汚染物質モニタリング調査結果について，平成12年8月24日
- 5) 環境庁編：平成12年度環境白書各論，43-46，ぎょうせい
- 6) 佐々木裕介：有害大気汚染物質対策をめぐる最近の動向，資源環境対策，**34**，12，1122-1128，1998
- 7) JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY: TEXT-BOOK OF THE GROUP TRAINING COURSE IN ENVIRONMENTAL ADMINISTRATION, 1.3 AIR POLLUTION IV Ozone Layer Protection Measure Revised in 1996, 1-8, FY 1996
- 8) 巻出義紘：フロン規制とオゾンホール，化学と教育，**45**，302-306，1997
- 9) 大垣光治等：フィリピンのパラワン島における河川調査，全国公害研会誌，**25**，1，39-43，2000