

〈特集〉

酸性雨モニタリングネットワーク

—東アジアのモニタリングを中心に—

Acid Deposition Monitoring Network in East Asian Region

戸塚 績*

日本環境衛生センター酸性雨研究センター

Tsumugu Totsuka*

Acid Deposition and Oxidant Research Center

Abstract

In order to act against acid deposition problems in East Asian regions, the Acid Deposition Monitoring Network in East Asia (EANET) was established on the decision at the First Intergovernmental Meeting in 1998 among participating countries, namely China, Indonesia, Japan, Malaysia, Mongolia, Philippines, Republic of Korea, Russia, Thailand and Viet Nam. Based on the decision, the preparatory phase activities of EANET were started from 1998, and finished successfully in 2000. From January 2001, the regular phase activities were started. Cambodia and Lao PDR participated in EANET in 2001 and 2002, respectively. Major activities of EANET are, 1) to implement national monitoring of acid deposition, 2) to develop and implement QA/QC (quality assurance/quality control) programs, 3) to develop and implement training programs. The acid deposition monitoring covers four environmental media; wet deposition, dry deposition, soil and vegetation, and inland aquatic environment. Here, outlines of the results of major activities will be reviewed.

Key Words : EANET, acid deposition monitoring, impact monitoring

1. はじめに

東アジア地域は急速な産業の発展により、硫黄酸化物や窒素酸化物などの酸性物質の沈着（酸性雨等）による環境への危険性が高まりつつある。このため、同地域の各国の専門家による会合が1993年から開催され、地域全体を対象とした酸性雨モニタリングネットワークの設立の必要性について合意された。これに基づき、1998年3月に東アジア酸性雨モニタリングネットワーク（EANET）第1回政府間会合が横浜で開催され、1998年4月から試行稼働することが決定された。

試行稼働に参加した10カ国、中国、インドネシア、日本、マレーシア、モンゴル、フィリピン、韓国、ロシア、タイ及びベトナムは2000年10月に開催された第2回政

府間会合において、試行稼働が成功したと評価し、2001年1月から本格稼働を開始することを決定した。また、カンボジアとラオスが2001年と2002年にそれぞれ参加し、両国におけるモニタリング活動が2003年に開始された。現在、EANET活動には12カ国が参加し、さらにこれまでオブザーバー参加していたミャンマーが近い将来の正式参加を表明している。

2. 試行稼働時における成果

2.1 湿性沈着

湿性沈着の測定が全参加国の38測定点（遠隔地域16地点、田園地域8地点、都市地域14地点）で実施された2000年の観測で得られたデータのうち、全年にわたり信用に足るデータが得られた測定点におけるデータをTable 1に示した。表に見られるように降水の年平均pH

* 〒950-2144 新潟市曾和1182
TEL: 025-263-0551 FAX: 025-263-0550
E-mail: totsuka@adorc.gr.jp

Table 1 Annual mean pH of precipitation and wet deposition amount of major components in EANET (2000)

Characteristics of sites	Country	Name of sites	pH	nss-SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	nss-Ca ²⁺	H ⁺
				mmol/m ²				
Urban	China	Guanyinqiao	4.33	163	45.5	174	67.9	50.5
	China	Shizhan	5.68	198	48.6	235	128	1.17
	China	Hongwen	4.72	28.5	28.4	47.9	9.59	29.0
	China	Xiang Zhou	5.15	40.3	31.8	41.7	41.3	14.2
	China	Zhuxian Cavern	4.64	82.4	59.6	90.7	43.2	40.8
	Malaysia	Petaling Jaya	4.35	79.3	92.9	149	23.0	153
	Philippines	Metro Manila	5.48	87.0	48.9	143	56.0	13.2
	Russia	Irkutsk	5.11	15.8	11.2	17.2	14.8	4.15
	Thailand	Bangkok	4.95	24.4	24.8	47.4	12.9	12.8
	Thailand	Samutprakarn	4.83	24.4	15.1	31.1	10.6	14.5
Vietnam	Hoa Binh	5.11	29.4	18.3	15.2	24.2	14.7	
Rural	China	Nanshan	4.22	164	52.4	132	69.3	76.2
	China	Weishuiyuan	6.42	239	42.9	190	136	0.17
	Japan	Ijira	4.52	50.1	64.8	63.8	17.0	80.7
	Philippines	Los Banos	5.44	22.4	14.3	35.9	16.3	9.58
	Russia	Listvyanka	5.07	6.67	8.25	7.29	5.61	3.78
	Thailand	Patumthani	5.25	18.1	17.8	36.6	12.3	5.41
	Vietnam	Hanoi	5.45	36.5	20.2	34.5	25.7	4.48
Remote	China	Dabagou	5.42	116	24.1	165	102	3.14
	China	Xiaoping	4.91	22.0	22.8	31.0	0.94	19.1
	Japan	Happo	4.73	28.1	24.3	31.0	8.12	40.6
	Japan	Oki	4.64	20.4	22.4	23.5	9.07	27.6
	Japan	Yusuhara	4.71	28.4	19.7	14.2	6.80	54.7
	Japan	Ogasawara	5.23	6.22	4.73	4.62	4.24	11.7
	Japan	Hedo	5.13	17.1	16.7	21.0	2.35	21.5
	Malaysia	Tanah Rata	4.79	12.5	10.4	129	6.93	50.4
	Russia	Mondy	5.26	2.16	3.04	3.47	1.75	1.68
	Thailand	Khao Lam	5.56	2.72	5.06	6.03	4.02	2.41

Note: Underlined numerals are the maximum values in each chemical species.

は4.22～6.42の範囲にあった。また、降水中の主要成分の年間沈着量 (mmol/m²/年) は非海塩性 SO₄²⁻ イオンが2.16–239, NO₃⁻ イオン 3.04–92.9, アンモニウムイオン 3.47–235, 非海塩性 Ca²⁺ イオン 0.94–136 および H⁺ イオン 0.17–153 であった。下線を付した数値は各欄における最大値を示す¹⁾。

2.2 乾性沈着

主として大気中の SO₂, NO, NO₂, O₃ の測定に関して、測定地点によっては HNO₃, NH₃, 粒子状物質の測定が、自動測定器と4段フィルターパック法を用いて行われた。2000年における大気中の SO₂ 濃度測定では、日本、インドネシア、タイで自動測定器が使用され、マレーシア、モンゴル、フィリピン、ロシアでフィルターパック法で行われた。Table 2 は2000年に観測された大気中の SO₂, NO₂, O₃ 濃度の結果を示す¹⁾。

2.3 土壌・植生、陸水環境モニタリング

土壌・植生のモニタリングが2000年には6カ国の11地点で、植生、樹木衰退度の調査及び土壌の化学的特性に関する基礎調査が実施された。調査の結果、土壌の化学的特性が参加国の調査地点で著しく異なっていることが明らかとなった。陸水の調査では6カ国の7地点で湖沼のpHが6.9から8.0の範囲にあった¹⁾。

以上に述べた試行稼働期間中の経験や最新の科学的知見を踏まえ、東アジアの実情に適したものとなるようにモニタリング・ガイドラインや技術マニュアル等の改訂が行われ、2001年1月から開始された本格稼働に用いられるガイドライン・技術マニュアルとして採択された²⁾。

Table 2 Data of air concentration (ppb) of SO₂, NO₂ and O₃ in 2000 (adapted from the Network Center for EANET 2001¹⁾)

Country	Site	SO ₂ ppb	NO ₂ ppb	O ₃ ppb	Monitoring period
China	Chongqing ¹	48.2*	51.2*	—	*Jan.-Sep.
	Xi'an ¹	6.1	6.3	—	
	Xiamen ¹	5.8*	—	—	*Jan.-Oct.
	Zhuhai ¹	7.1	—	—	
Indonesia	Serpong ¹	2.1*	6.3	—	*Jul.-Dec.
Japan	Ijira ¹	0.1	2.1	30.0	
	Banryu ¹	0.6	3.6	35.6	
Malaysia	Tana Rata ²	N.D.	—	—	
Mongolia	Terej ²	0.4	—	—	
	Ulaanbaatar ²	1.5*	—	—	*Apr.-Oct.
	Metro Manila ²	4.8*	—	—	*Jun.-Sep., Nov., Dec.
Philippines	Los Banos ²	0.8*	—	—	*Sep., Nov., Dec.
	Mondy ²	0.1	—	—	
Russia	Listvyanka ²	1.0	—	—	
	Irkutsk ²	3.4	—	—	
	Khao Lam ¹	1.3*	2.3*	20.0*	*Mar., Jul., Nov.
Thailand	Bangkok ¹	4.3	—	—	
	Samputkarm ¹	4.3*	17.8*	—	*May-Dec.

Note: Monitoring period is annually, but partly limited, as shown in the Table. Nos. 1 and 2 attached in the name of site show the difference of automatic monitor (1) and filter pack (2) methods.

2.4 試行稼働の経験からの教訓

参加国での測定技術に著しいばらつきが見られた。酸性沈着の測定データについて信頼性を向上させるために同一のサンプルについて各国で分析してもらい、その結果を比較するという、精度保証/精度管理(QA/QC)活動を実施したが、さらにその活動を徹底させることの必要性が確認された⁶⁻⁸⁾。また、生態影響モニタリングに関しては各国とも経験が十分でなく、調査のあり方の早急な検討の必要性が指摘された。その他の測定項目でも東アジアに適した手法開発の必要性、モニタリング地点の拡大の必要性が指摘された。

3. 本格稼働の実施

2001年1月より開始された本ネットワーク活動の目的として、1) 東アジアにおける酸性雨問題の状況に関する共通の理解を形成すること、2) 酸性雨による環境への悪影響を防止もしくは減少させるために、地方・国・地域レベルの政策決定に有益な情報を提供すること、3) 参加国間での酸性雨問題に関する協力を推進すること、が2000年10月に新潟で開催された第2回政府間会合の共同声明に明記された。また、国連環境計画アジア太平洋地域資源センター(UNEP/RRCA/AP/AIT, バンコク)が東

アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)事務局に指定されると共に、ネットワーク活動の中心となるネットワークセンター(NC)として、新潟に設置されている酸性雨研究センターが指定された。

また、2001年11月にチェンマイ(タイ)で開催された第3回政府間会合では、EANET活動の技術的基盤の強化問題が取り上げられ、参加国の国内モニタリング計画の見直しに関連して更なるモニタリング活動、測定データのQA/QCに関する活動の強化、測定地点の拡充に伴うキャパシティ・ビルディングの推進等の必要性が指摘された。また、酸性雨による環境への悪影響を防止又は減少させるための努力に関して、排出源目録の作成やモデリング等の努力を行うことの必要性が指摘された。

2001年11月に第1回科学諮問委員会が開催され、各国から提出された本格稼働期間のモニタリング計画の検討、2000年データ報告書の取りまとめ、QA/QC活動の一環として、1998年以降に実施された分析機関間の測定精度に関する比較調査結果が検討された。さらに、今後の研究活動の進め方など、ネットワークの本格稼働をさらに推進するための各種の議論が行われた。

4. 本格稼働開始後の成果

Fig. 1 は参加各国の測定点における降水の年平均 pH

の推移 (2001–2003 年) を示す。測定点数は 2001 年 41 地点 (10 カ国)²⁾, 2002 年 43 地点 (10 カ国)³⁾, 2003 年 44 地点 (11 カ国)⁴⁾ である。pH は 3 年間を通じて 4.18–6.51 の範囲に分布している。中国の西安市では pH が 6 を越えており、黄砂による中和作用が示唆される。Fig. 2 は 2002 年に 31 地点 (10 カ国) で観測された大気中 SO₂ 濃度の年平均値を示す³⁾。

土壌・植生モニタリングは 3–5 年ごとに実施することとなっている。2001 年には中国、日本、マレーシア、フィリピン、ロシアおよびタイで実施され²⁾, 2002 年にはフィリピン、ロシアおよびタイで実施された³⁾。

森林モニタリングは主に二次林あるいは自然林を対象として調査地が選定されている。EANET 参加国が気候帯では亜寒帯から熱帯まで分布しているために、調査対象とする樹種も亜寒帯地域に成育する針葉樹 (シベリアマツ) から、熱帯林に成育するフタバガキ科の広葉樹ま

で多岐に亘っている。これまでの調査では、樹木の衰退症状は日本とロシアでのみ報告されている。その衰退原因は主に虫害、積雪害、急傾斜地形、貧栄養土壌などが上げられており、大気汚染・酸性雨との因果関係は明らかにはなっていない。

土壌モニタリングでは、16 種の土壌タイプが選定されているが、現在のところ、土壌の基本的情報を収集している段階である。

5. EANET 活動の今後の方向性

現在の所、参加各国が EANET モニタリングサイトとして登録しているサイト数は最も多い湿性沈着サイトでも 2003 年時点で 11 カ国、44 地点 (都市地域 15, 田園地域 12, 遠隔地域 17) である。EANET がカバーしてい

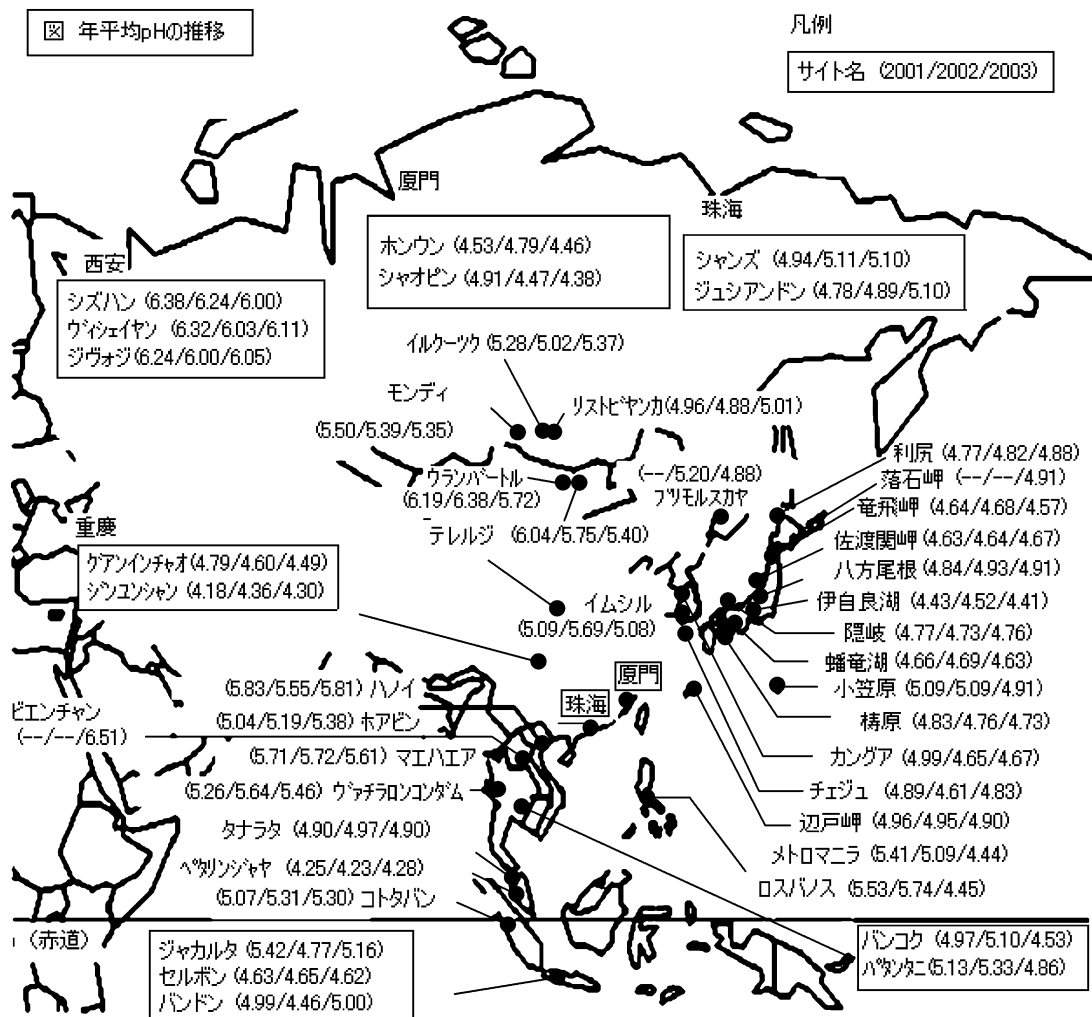


Fig. 1 Annual average of rain water pH in 2001–2003 in the participating countries of EANET^{2)–4)}

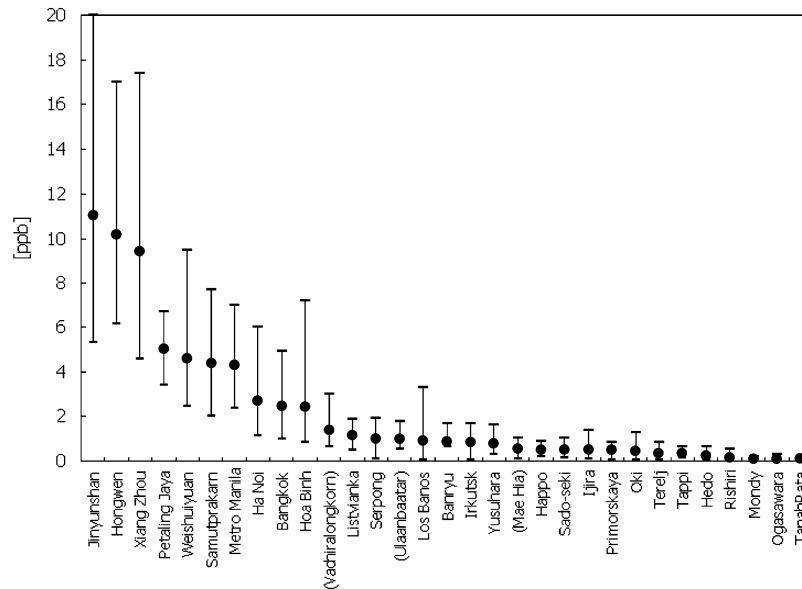


Fig. 2 Annual average of SO₂ concentration of air (max. and mini, monthly average basis) in 2002 at the monitoring sites in the participating countries “(site name)” in the figure means its annual data completeness under 75%.

る地域の広さから見ると少ない数である。今後、地域の特性を考慮したモニタリングサイトの立地の適正化とサイト数の増加が望まれる。また、測定データの信頼性向上のためにデータの QA/QC 活動の一層の推進が必要である。一方、広範囲の測定に適用可能で経済的負担の少ない、より簡易で普及し易い測定手法の開発が急がれる。土壌・植生モニタリングでは、亜寒帯から熱帯地域に至る各地域に成育する植物の大气汚染に対する感受性に関する基礎的知見の収集や、大气汚染の植物影響を早期に発見できる指標の開発が不可欠である。さらに、生態影響を広範囲にスクリーニングする上に適した手法、例えば、リモートセンシング技術導入の可能性についても検討を進める必要がある。また、個々の植物に対する影響評価に加えて、河川、湖沼を含めた森林生態系全体に対する酸性降下物の影響を総合的に評価する手法ならびに酸性降下物の生態影響に関する将来予測を可能とする数値シミュレーションモデルの開発が今後の重要な課題である。その他、文化財や建造物、農作物などの被害、淡水魚類の漁獲などへの影響についても考慮されるべきである。

政府間会合ではこれらの検討を含め、EANET の中期

計画の策定や財政的基盤の強化等を目的とした地域協定化の可能性についてワーキンググループを設置して検討を進めているところである。

[参考文献]

- 1) Network Center for EANET 2001: Data report on the acid deposition in the East Asian region 2000.
- 2) Network Center for EANET 2002: Data report on the acid deposition in the East Asian region 2001.
- 3) Network Center for EANET 2003: Data report on the acid deposition in the East Asian region 2002.
- 4) Network Center for EANET 2004: Data report on the acid deposition in the East Asian region 2003.
- 5) Interim Scientific Advisory Group of EANET: Technical Documents for Acid Deposition Monitoring in East Asia, March 2000.
- 6) Anonymous: Report of the inter-laboratory comparison project 1998: 1st Attempt, Acid Deposition and Oxidant Research Center, November 1999.
- 7) Anonymous: Report of the inter-laboratory comparison project 1999: 2nd Attempt, Acid Deposition and Oxidant Research Center, October 2000.
- 8) Anonymous: Report of the inter-laboratory comparison project 2000: 3rd Attempt, Acid Deposition and Oxidant Research Center, November 2001.