

酸性雨モニタリング(土壌・植生)調査結果

—平成13年度環境省受託業務結果より—

田口 圭介*、西川 嘉範*、中村 智**

1. 目 的

我が国では、欧米と同程度の酸性雨が継続的に観測されており、さらに一方で東アジア地域における経済発展等に伴う大気汚染の越境移動が懸念されている。このため、国としては2001年1月に発足した東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)と密接に関連させながら、国内における長期トレンドや広域・生態影響を長期モニタリングすることにより、酸性雨の長期的な影響を早期に把握することや酸性雨の原因究明と国際協調に基づく酸性雨対策の推進を図っている。大阪府としても、府域の酸性雨の実態を昭和58年度から長期モニタリングすると共に生態系への影響把握の必要から、国からの平成13年度委託業務を受託し、大阪府立農林技術センター(現、食とみどりの総合技術センター)の協力を得て、府域の2地点において土壌植生調査を実施した。ここでは、その結果の概要と若干の考察を加えて報告する。なお、2地点の内1地点は平成5年及び8年度にも調査を実施した林地である。

2. 調査方法

2-1. 調査地点

調査地点は酸性雨に対する感受性の異なる2つのタイプの土壌ということで、次の2地点を選定した。①個人所有林(堺市鉢ヶ峯寺)のコジイの天然林と②天野山府営林(河内長野市天野町)のヒノキ人工林であり、それぞれの土壌種は①黄色土で、②は黄色系褐色森林土壌である。土地分類基本調査図(国土調査)第120号(経済企画庁)によれば、現地の土壌は黄色土壌に黄色系褐色森林土壌がモザイク状に分布しており、採土地点によれば、明確に異なった2つのタイプの土壌を採取出来ない場合もある。調査地点写真を示す。

コジイ林を巻くように一車線道路はあるが、交通量は少ない。また、約150m北東に墓地の駐車場がある。一方、ヒノキ林の方は北東100m~150mには国道170号線(昼間3万台)が通っている。



調査地点1. コジイ林



調査地点2. ヒノキ林

2-2. 調査期間

予備現地調査は平成13年(2001年)10月10日に実施し、本番の現地の土壌・植生調査は①のコジイ林については、2001年10月12日に、②のヒノキ林については同年10月16日に実施した。持ち帰った土壌試料の篩がけ、乾燥などの前処理は10月末までに実施した。化学分析に供する前に、水分含量、pH測定及び酢酸アンモニウム溶液による試料抽出をほぼ11月末までに実施した。また、塩化カリウム溶液による抽出、化学分析などは2月末までに実施した。

* 大阪府環境情報センター、環境測定室、調査課

** 大阪府環境情報センター、環境測定室、分析課

2-3. 調査及び分析方法

調査方法は土壌・植生モニタリング手引き書（案）[環境省地球環境局環境保全対策課、平成13年9月13日、以下、手引き書と略す]に基づき、各林分において5m x 5mのプロットを2カ所設け、各プロットの中に5つのサブプロットを設けた。土壌試料は各サブプロットのリター層を除いた後の2層（0～10cmと10～20cm）に分けて採取した。

また、各土壌断面調査は各プロットの近く1箇所です約1m掘削し実施した。各分析項目については、手引き書に基づき以下の分析法で実施した。

① pH

風乾土壌試料20gを100mlポリエチレン製広口ボトルに、純水または1M塩化カリウム溶液50mlを加え、振とう器（TANAKA KAGAKU製RCSR-100-2、260rpm）で2時間振とうした。終了後、土壌懸濁液の上部にガラス電極（pH計は堀場製作所Model F-11）を入れる。30秒以上経過して、pH値が安定した時点で指示値を読み取る。

② 交換性陽イオン（Ca, Mg, K, Na）

風乾土壌試料5gを土壌浸出管に詰め、1M酢酸アンモニウムをゆっくり滴下し、抽出液量を最終100mlに合わせた。液中のCa、Mg、K及びNaについては、ICP-MS（横河アナリティカルシステムズ株式会社製Agilent 7500）を用いて行った。

③ 交換性酸度

ろ紙（Toyo.5B、12.5cmφ）を付けたロートに風乾土壌試料10gを入れ、ロートの下に100mlメスフラスコを置き、1M塩化カリウム溶液10mlを15分おきに、10回加え、抽出する（所要時間は約2時間30分）。1M塩化カリウム溶液で100mlに定容とし、抽出液を均一にする。上記抽出液25mlをピペットで250ml三角フラスコに取り、0.1%フェノールフタレイン指示薬を3～5滴加える。0.025M水酸化ナトリウム溶液で抽出液の色が完全なピンクになるまで滴定する。

④ 交換性Alと交換性H

上記の交換性酸度滴定終了溶液を無色（酸性）にす

るため、0.025M塩酸を1滴加え、その後フッ化ナトリウム溶液10mlを加えると、再発色する。0.025M塩酸で抽出液が無色になるまで攪拌しながら滴定する。そして、フェノールフタレイン指示薬を1、2滴加える。発色した時は、2分以内に発色しなくなるまで塩酸で滴定する。（交換性Al）なお、交換性Hは交換性酸度から交換性Alを差し引くことにより計算する。

⑤ 有効陽イオン交換容量（ECEC）

各交換性陽イオン（Ca+Mg+K+Na）と③の交換性酸度の和で求められる。

⑥ T-C及びT-N

風乾土壌試料200mgを石英ボートで秤量し、そのままCN-アナライザー（住化分析センター社製SUMIGRAPH Model NC-900）を用いて、T-C及びT-Nを測定した。標準物質にはアセトアニリドを用いた。

⑦ 硫酸イオン

風乾土壌試料10gを200mlポリエチレン容器に入れ、0.5M重炭酸ナトリウム溶液40mlを加え、振とう器で60分間振とうした。振とう後、さらに遠沈器（3200rpm）で10分間遠沈後、ミリポアろ紙でろ過し、IC（横河電機株式会社製IC7000D）により硫酸イオンを分析した。

3. 調査結果

3-1. 土壌化学分析結果

2地点の土壌の化学分析結果（平均値）について表1に示した。

① pH

表層（0～10cm）のpH（H₂O）は、コジイ林の2つのプロットで平均3.92、3.97（平均3.95）であり、ヒノキ林のそれは4.24と3.78（平均4.01）であり、共にpH値は低かった。pH（KCl）も同様の傾向を示し、コジイ林で平均3.21、3.28（平均3.24）で、ヒノキ林では3.43と3.05（平均3.24）であった。

次層（10～20cm）はいずれも表層より高く、コジイ林でpH（H₂O）は4.24と4.25（平均4.24）、pH（KCl）は3.52と3.64（平均3.58）で、ヒノキ林ではpH（H₂O）が

表1 土壌の科学分析結果（平均値）

地点	層別	pH		Ex.Ca	Ex.Mg	Ex.K	Ex.Na	Ex.Acid	Ex.Al	Ex.H	ECEC	SO ₄ ²⁻ mg/kg	T-C g/kg	T-N
		H ₂ O	KCl											
コジイ林	表層①	3.92	3.21	0.13	0.24	0.13	0.08	10.70	9.39	1.39	11.27	52	51.2	2.3
	表層②	3.97	3.28	0.20	0.23	0.13	0.07	7.69	6.45	1.31	8.32	42	66.5	3.1
	次層①	4.24	3.52	0.04	0.13	0.08	0.07	10.08	9.22	0.92	10.40	91	13.1	0.8
	次層②	4.25	3.64	0.04	0.08	0.07	0.06	5.93	5.32	0.67	6.18	48	16.5	0.8
ヒノキ林	表層①	4.24	3.43	0.41	0.23	0.16	0.05	8.28	7.31	1.06	9.13	71	42.7	2.1
	表層②	3.79	3.05	0.19	0.33	0.16	0.06	10.33	8.63	1.77	11.07	65	71.6	3.6
	次層①	4.52	3.81	0.08	0.07	0.11	0.03	5.87	5.47	0.49	6.17	135	10.5	0.7
	次層②	4.34	3.64	0.01	0.08	0.08	0.03	7.19	6.60	0.67	7.39	104	14.5	0.8

4.52と4.34(平均4.43)、pH(KCl)は3.81と3.64(平均3.72)であった。

表層pHは2地点の差はほとんど見られなかったが、次層で天野山のヒノキ林の方がわずかに高めであった。

② 交換性陽イオン (Ca、Mg、K、Na)

表層の交換性Ca及びMgは同一プロット内のバラツキは大きかった。また、交換性Naは他の3イオンに比して濃度は低かった。この傾向は両地点とも同じであった。また、両地点とも表層の方が次層より高濃度であったが、交換性Naは差が小さかった。ここでも両地点の表層平均濃度を比較すると、ヒノキ林における交換性Ca、Mg及びKがコジイ林より若干高めであった。

③ 交換酸度等

表層の方が次層より高いが、バラツキは大きい。両地点の平均値はコジイ林9.19cmol/kg、ヒノキ林9.30cmol/kgで同程度といえるが、次層はコジイ林の方が高かった。

④ 有効陽イオン交換容量

上記の②及び③の結果から当然であるが、表層の有効陽イオン交換容量は両地点で差は見られなかったが、次層はコジイ林の方が高かった。

⑤ 硫酸塩

表層、次層共にヒノキ林の方が高く、両地点とも次層の方が高かった。

⑥ T-C及びT-N

土壌試料中に混入している植物体(根や葉の粉砕物)が多い表層の方がT-C及びT-Nは高く、サブプロットによる差も大きかった。平均値からは両地点の差は認められなかった。

以上、調査した2地点の土壌の化学分析結果について述べたが、交換性Caと硫酸塩を除く他の項目についてはかなり似通った数値であった。これは調査地が約5km離れてはいるが、両調査地点で黄色土と黄色系褐色森林土壌がモザイク状に入り組んでいるからではないかと推測された。調査地点近傍の道路や交通量の影響は少ないと考えられるが、あるとすれば、国道に近

いヒノキ林周辺の方が大きい可能性がある。

3-2. 樹木・下層植生について

調査地のコジイ林は最大樹高19.7m、最大胸高直径47.7cmで、優占樹種コジイの平均樹高は14.1m、平均胸高直径26.5cmであった。また、胸高断面計は36m²/ha、樹木本数は1200本/haであった。また、コジイ林の下層植生の種数は7で、優占種はコシダであった。一方、ヒノキ林の方は最大樹高17.7m、最大胸高直径25.2cmで、優占樹種ヒノキの平均樹高は14.3m、平均胸高直径17.0cmであり、胸高断面計は36m²/ha、樹木本数は1560本/haの規模であった。また、ヒノキ林の下層植生の種数は17で、優占種はヒサカキであった。

3-3. 樹木の衰退状況

コジイの天然林では調査木20本のうち18本(90%)は健全(基準0)と判定され、2本(10%)は明らかに異常と認められる基準2と判定された。原因は確定出来ないが、1本は被圧と考えられるが、もう1本は穿孔性害虫の跡が確認された。一方、天野山のヒノキ人工林では、衰退木は確認されなかった。

4. 考 察

4-1. 精度保証/精度管理(QA/QC)

(1) 2回繰り返し測定

硫酸塩を除く各項目について、20試料(抽出)について、各項目について2回ずつ測定した場合の測定値差について表2にまとめた。

pH測定についてはほとんど問題はなかった。交換性Ca及びMgは平均0.01cmol/kgの測定差であるが、濃度が0.05cmol/kg程度と低い次層では、約20%(0.01/0.05)となり、やや大きかった。また、交換酸度や交換Alは滴定法によったが、誤差は小さかった。抽出操作の段階からであれば、さらに大きくなると思われた。T-C及びT-Nは試料の燃焼を伴うため、誤差は大きいと予

表2. 測定結果のばらつき(20試料、2回測定)

試料		pH		Ex-Cation(塩基性) (B)				Ex.Acid (A)	Ex.Cation (酸性)		ECEC (A)+(B)	T-C	T-N
				Ca	Mg	K	Na		Al	H			
		H ₂ O	KCl	(cmol(+)kg ⁻¹)								(g kg ⁻¹)	
コ ジ イ	min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.08	0.00
	max	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.00	0.07	0.16	0.03	0.09	5.81	0.30
	ave	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.04	0.02	0.03	1.48	0.06
ヒ ノ キ	min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.08	0.00
	max	0.01	0.02	0.06	0.03	0.01	0.01	0.10	0.10	0.07	0.09	11.58	0.57
	ave	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.06	0.05	0.03	0.05	1.97	0.08

SO₄²⁻は1回のみ測定のため、省く。

想されたが、ほぼ10%程度でおさまった。

試料中に木質(根や葉の粉碎物)の混入が多くなると、カラムで抽出する際には、それらが浮き上がりろ過に時間がかかった。また、交換酸度の測定時に、ロートで抽出する場合にも木質の混入が多い場合には、抽出液が試料全体に回らず不完全な抽出(最悪の場合には、50%以下であった)結果となったので、ろ過の際、最初に抽出液を入れた後、静かにガラス棒でかき混ぜた。また、マニュアルには規定されていなかったが、使用ろ紙は5Aでは不完全なろ過となり、5B(東洋ろ紙製)を用いて行った。

(2) 共通試料による分析精度

国より今回の受託機関に対し2種類の土壤抽出試料が送付されてきた。その目的として、①土壤化学分析における機器分析や滴定分析における正確さ、精度、室内再現精度、室内再現性許容差等を把握することによる分析精度の一層の向上を図る契機とする。②分析方法、分析技術の改善を図り、分析データの信頼性の確保に資する。とあった。

2種類の土壤抽出試料の1つは1M酢酸アンモニウム溶液(pH7.0)抽出したものであり、他方は1M塩化カリウム溶液抽出液であった。前者試料では交換性陽イオンを、後者では交換酸度、交換性Al及び交換性Hを測定するよう指示があった。結果を表3にまとめた。表には同一手法で分析した酸性雨研究センター(ADORC)の分析値を参考値として記載した。ICPによる交換性陽イオンはCaを除いてよく一致している。また、滴定法による交換性-Alと交換性-Hの結果では原因は不明であるが、交換性-Alがやや過小であった。

4-2. 他の土壤タイプとの比較

調査地点の土壤を国内の他の地点データ⁵⁾と比較したものが表4である。黒ボク土は腐植に富み、交換性-Ca、-Mg、-Kも比較的高く、塩基交換容量(CEC)は一般に大きい。pH(H₂O)も5代である。褐色森林土は大阪府域に広く分布する土壤であり、CECはまだ大きい。塩基飽和度は黒ボク土よりやや下がる。また、今回調査対象とした黄色土は他の土壤タイプと比べ、pH(H₂O)も3~4代と低く、CECも小さく、塩基飽和度も小さいことがわかる。一般に土壤の酸性化過程において、Ca、Mg、Kなどの塩基性陽イオンの流出とともに、Alイオンなどの酸性陽イオンが増加するため、土壤酸性化の指標として、土壤溶液中の塩基性陽イオンと酸性陽イオンの存在比が用いられている⁶⁾。交換性-Ca、-Mg、-Kの和と交換性-Alとの当量比(C/Al)でみると、黄色土の値は黒ボク土や褐色森林土に比してかなり小さいことがわかる。

表4に示した土壤のpH(H₂O)と交換性-Alの関係をみたのが図1である。pH4.5以下で急激に交換性-Alが増加しており、植物への影響も懸念される。しかし、写真1に示されているように植生を見る限り、3-3でも述べたが、大きな衰退はまだ確認されていない。福岡県中央部にある三郡山地(宝満山-三郡山)のモミ自然林では、モミの衰退が報告されている^{1,2)}。そのモミ林における土壤データが報告されている³⁾。それによると、表層土pH(H₂O)の平均が4.1、交換性-Al 10.10 meq/100g、交換性-Ca 0.87 meq/100gなどであり、これらの数値と比較する限り、コジイ林の黄色土の方が系外からの酸の付加には影響を受ける可能性が高いと考えられる。

表3. 共通試料分析結果*

	交換性-Ca	交換性-Mg	交換性-K	交換性-Na	交換酸度	交換性-Al	交換性-H
1回目	0.71	0.13	0.11	0.10	2.20	1.74	0.46
	0.74	0.14	0.12	0.10	2.25	1.76	0.49
	0.75	0.13	0.11	0.10	2.21	1.75	0.46
平均	0.74	0.13	0.11	0.10	2.22	1.75	0.47
2回目	0.68	0.13	0.11	0.10	2.24	1.77	0.47
	0.68	0.13	0.11	0.10	2.18	1.86	0.42
	0.71	0.13	0.11	0.10	2.22	1.79	0.46
平均	0.69	0.13	0.11	0.10	2.21	1.81	0.45
1,2回平均	0.70	0.13	0.11	0.10	2.21	1.80	0.45
SD(n=6)	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.02
ADORC値	0.88	0.11	0.10	0.08	2.89	2.40	0.49
SD(n=6)	0.03	0.01	0.00	0.01	0.05	0.07	0.06

単位: cmol(+)/kg

* 分析値日は19-Feb-02~25-Feb-02であり、ADORCの分析日は交換性陽イオンが29-Sep-01、交換性-Al及び-Hについては30-Dec.01である。

表4. 土壌種別土壌化学分析結果

土 壌 種	調 査 地 点	調査年	森林	層別	pH(H ₂ O)	Ex.Ca	Ex.Mg	Ex.K meq/100g	Ex.Na	Ex.Al	CEC	塩基飽 和度%	SO ₄ ²⁻ mg/100g	T-N %	T-C %	C/Al	備 考		
黒ボク土	鹿児島県喜入町	1995 *		表層	5.6	4.7	1.1	0.2	0.2	0.5	30.6	20.2	121.1	0.6	8.6	12.0			
				次層	5.6	1.0	0.4	0.3	0.1	0.3	17.2	11.6	177.0	0.3	5.0	5.7			
	奈良県伊賀見	1997 *		表層	5.8	4.3	1.0	0.8	0.1	0.9	24.6	24.1	0.3	0.3	4.3	6.8			
				次層	5.0	1.3	0.5	0.4	0.1	1.5	16.0	15.6	0.5	0.2	2.4	1.5			
褐色森林土	奈良県毛敷谷	1997 *	スギ・ヒノキ	表層	5.3	5.1	0.6	0.5	0.1	1.2	26.1	23.8	0.2	0.9	10.1	5.2			
				次層	5.4	3.0	0.2	0.3	0.1	1.3	19.2	17.1	0.2	0.5	3.8	2.7			
	大阪府高槻市	1990	アベマキ	表層	4.6	0.6	0.4	0.1	—	—	12.7	9.1	—	2.3	0.1	—	0-5cm		
				次層	4.9	0.4	0.6	0.0	—	—	5.3	19.6	—	—	—	—	5-10cm		
	大阪府金剛山	1991	ヒノキ	表層	4.5	0.9	0.3	0.2	—	—	21.1	6.9	—	—	—	—	0-5cm		
				次層	4.4	1.4	0.5	0.4	—	—	36.5	6.3	—	—	—	—	0-5cm		
大阪府葛城山	1990	ブナ	表層	4.9	0.3	0.2	0.1	—	—	15.8	3.8	—	—	—	—	5-10cm			
			次層	4.9	0.3	0.2	0.1	—	—	15.8	3.8	—	—	—	—	5-10cm			
赤色土	島根県楽山	1997 *	天然針広 混交林	表層	4.5	1.0	0.7	0.4	0.2	8.8	23.6	9.6	13.8	0.2	5.1	0.2			
				次層	4.7	0.6	0.5	0.3	0.3	7.8	18.0	8.8	24.6	0.1	2.5	0.2			
黄色土	香川県五色台2	1997 *		表層	4.3	9.7	1.5	0.6	0.3	4.9	33.0	37.8	7.4	0.6	13.4	2.4			
				次層	4.3	2.2	0.5	0.3	0.2	6.5	13.7	23.9	5.8	0.2	3.1	0.5			
		1993 *	コジイ	表層	3.8	0.8	0.7	0.3	0.1	11.3	35.3	5.0	9.3	0.3	7.4	0.2			
				次層	4.0	0.1	0.2	0.1	0.1	8.2	13.3	3.4	6.9	0.1	2.6	0.0			
		1996 *	コジイ	表層	3.7	—	—	—	—	—	—	—	—	0.8	18.6	—			
				次層	3.9	0.2	0.1	0.3	—	—	16.6	4.2	—	0.1	3.5	—			
	大阪府堺市	2001 (今回)	コジイ	表層①	3.9	0.3	0.5	0.1	0.1	28.2	11.3	7.7	5.2	0.2	5.1	0.0	0-10cm		
				次層①	4.2	0.1	0.3	0.1	0.1	27.7	10.4	4.0	9.1	0.1	1.3	0.0	10-20cm		
				表層②	4.0	0.4	0.5	0.1	0.1	19.4	8.3	11.9	4.2	0.3	6.7	0.1	0-10cm		
				次層②	4.3	0.1	0.2	0.1	0.1	16.0	6.2	5.0	4.8	0.1	1.7	0.0	10-20cm		

*:環境省報告(1999)

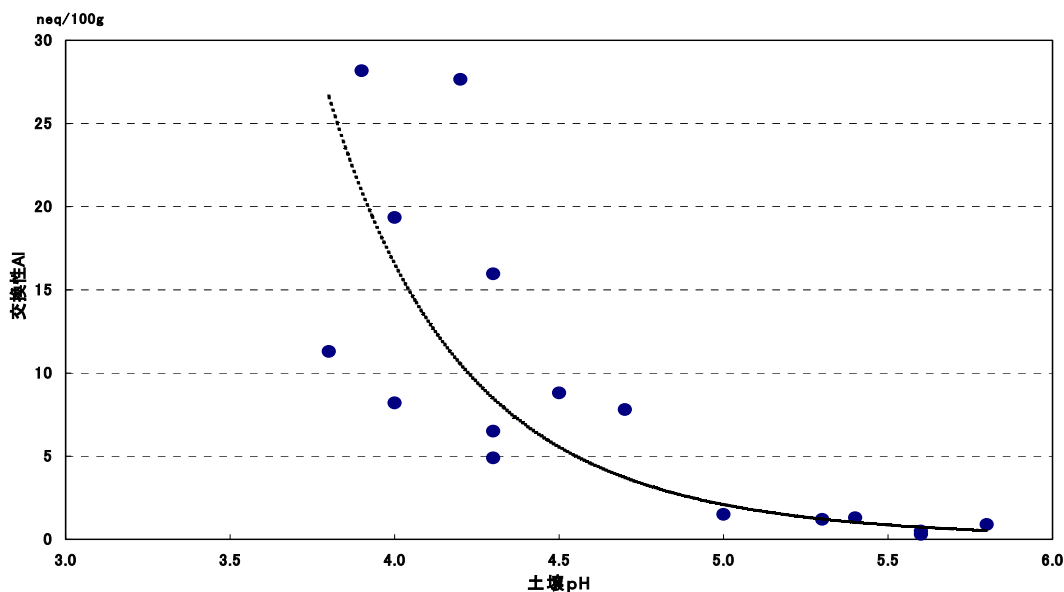


図1. 土壌 pH と交換性 Al の関係

4-3. 酸性化の進行

堺市のコジイ林では1993年に最初の調査を実施しているが、今回の結果をそれと比べると、CECが小さく、交換性-Alが上がったようにみえる。しかし、これらの値は林内5つのサブプロットの平均値であり、交換性-Alの分析法が前回の原子吸光法から滴定法に変わっていることも考慮する必要がある。土壌の酸性化を考える場合、降水の化学性状がどうであったかを見ておくことも重要である。国設局（大阪市東成区）におけるこの間の降水による主要成分の年沈着量^{6,7)}から変動を図2に示した。H⁺は平均21mmol/m²、nss-SO₄²⁻、

NO₃⁻は平均約18 mmol/m²、Ca²⁺ 5 mmol/m²で大きな変動は見られない。NH₄⁺は平均約25 mmol/m²でやや増加傾向がうかがわれる。NH₄⁺は土中でH⁺を放出する可能性があり、モニタリングは必要である。しかし、これらのデータから降水の酸性化が進んでいるとも言えない。また、先述したように土壌の酸性化が進んだとも言えない。しかし、森林衰退の原因は野内⁴⁾が述べているように、「土壌の酸性化、アルミニウムの毒性、オゾンやSO₂ガスなどの環境の酸性化などが複合したもの」であろう。生態系の影響被害が顕在化していない間であっても継続観察を実施して行く必要はある。

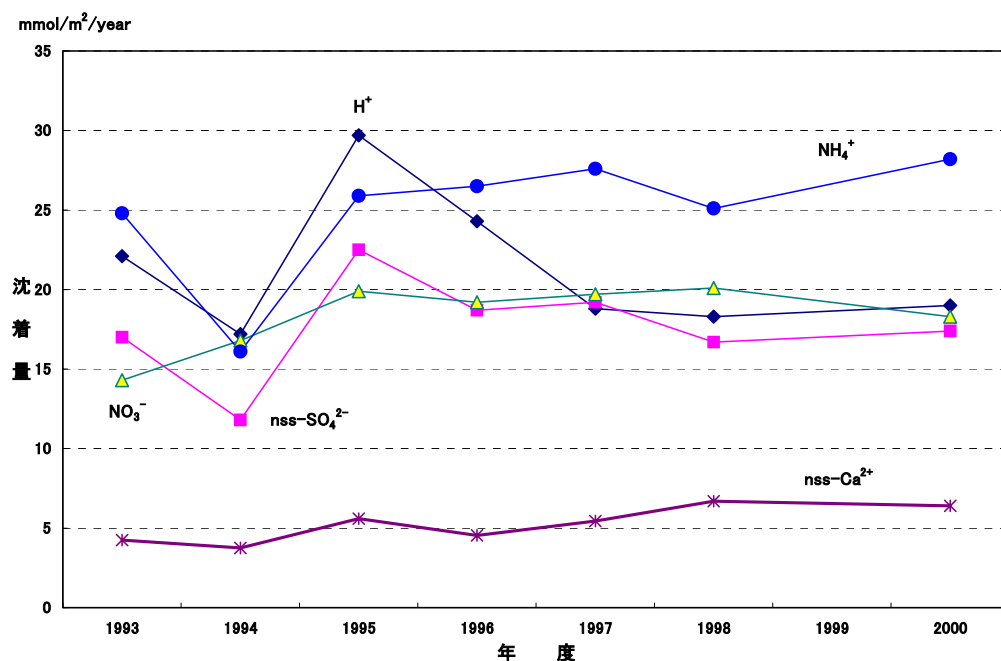


図2. 大阪における湿性沈着量の経年変動

5. ま と め

平成13年度環境省より「酸性雨モニタリング(土壌・植生)調査」を受託した。本報告はその調査結果の概要と若干の考察である。以下にまとめる。

(1) 酸性雨に対する感受性の異なると思われる2地点を選定することになっており、堺市鉢ヶ峯寺の黄色土と河内長野市天野町に分布する黄色系褐色森林土壌を対象として選定した。前者はコジイの天然林であり、後者はヒノキの人工林である。

(2) 調査方法等については、土壌・植生モニタリング手引き書案(環境省)に基づき実施した。

(3) コジイ林の表層pH(H₂O)は平均3.95、次層は4.24であり、ヒノキ林は平均4.01と4.43といずれも低かったが、ヒノキ林の方がやや高めであった。

(4) 表層の交換性-Ca、-Mg及び-Kは同一プロット内のバラツキは大きかったが、平均値で見ると、ヒノキ林の方がやや高めであった。また、交換酸度は表層の方が次層より高いが、2地点の表層同士ではほぼ同じ9 cmol/kgであったが、バラツキも大きかった。

(5) 表層の有効陽イオン交換容量は両地点で差は見られなかったが、次層はコジイ林の方がやや高かった。

(6) 以上、コジイ林とヒノキ林の土壌分析結果からは大きな差は認められなかったが、ヒノキ林、即ち黄色系褐色森林土壌の方が交換性陽イオンがやや多く、土壌pHもやや高めであった。

(7) コジイ林の下層植生は7種で優占種はコシダであり、ヒノキ林の方は17種で、優占種はヒサカキであった。

(8) コジイの天然林では、調査木20本のうち2本は明らかに異常と認められた。原因は確定出来ないが、1本は被圧であり、もう1本は穿孔性害虫の跡が確認された。一方、ヒノキの人工林では衰退木は確認されなかった。

(9) 測定値の精度保証/精度管理の面から、同一試料の繰り返し測定と共通試料による検定を行った。交換性-Ca及び-Mgの測定値差は平均0.01 cmol/kgであるが、濃度が0.05 cmol/kg程度と低い次層では誤差が大きくなった。滴定法による交換酸度や交換Alは誤差が小さかった。また、共通試料では交換性陽イオンは試料調製したADORC(酸性雨研究センター)の参考値とよく一致した。また、滴定法による交換性-Alは過小であった。

(10) コジイ林の黄色土は他の土壌タイプの土壌と比べ、pHも低く、CECも塩基飽和度も小さい。また、交換性-Ca、-Mgと-Kの和と交換性-Alの比も黄色土は小さかった。樹木の衰退は確認されていないが、低pH土壌であり、交換性-Alも高いことから、今後もモニタリングは必要である。

6. 謝 辞

本委託調査は農林技術センター(現、食とみどりの総合技術センター)の松下美郎主任研究員、川井裕史研究員、伊藤孝美主任研究員、山田倫章主任研究員、辰巳 眞主任研究員の協力を得て実施したものである。また、個人所有林を調査地として許可頂いた仲村成道氏に対しても、深謝致します。

7. 参考文献

- 1) 村野健太郎：酸性雨と酸性霧、裳華房(1993).
- 2) 環境庁地球環境部監修：地球環境の行方——酸性雨、中央法規出版(1997).
- 3) 宇都宮 彬・大石興弘・浜村研吾・須田隆一・石橋龍吾・溝口次夫：大気汚染学会会誌、**28**、159～167(1993).
- 4) 野内 勇：酸性雨の農作物および森林木への影響、大気汚染学会会誌、**25**、295～312(1990).
- 5) 環境庁・酸性雨研究センター：第3次酸性雨対策調査データ集(土壌・植生系調査分冊)(1999).
- 6) 環境庁酸性雨対策検討会：第4次酸性雨調査とりまとめ(1999).
- 7) 環境庁酸性雨対策検討会：第3次酸性雨対策調査とりまとめ(1999).