

5 酸性雨調査

酸性雨とは、石油や石炭などの化石燃料を燃焼させた時に発生する硫黄酸化物や窒素酸化物などの汚染物質が大気中で硫酸や硝酸に変化し、降水(雪やひょうも含む)に溶け込むことによって、降水が酸性化すること、あるいはこれによって環境が酸性化することである。また、大気中の硫酸や硝酸が、晴れの日などに雨に溶けずに、微粒子やガスの形態のままに風に乗って地上に到達し、水を得ることによって酸性雨と同じ作用を及ぼすこともある。清浄な大気中にも二酸化炭素が存在するので、降水のpHは約5.6になることから、降水の酸性を論じるときは、pHが5.6以下のもの考えることが多い。

ヨーロッパでは、酸性雨による森林減退、湖沼の酸性化に伴う魚類の死滅、古い遺跡の腐食の被害などの影響が現れており、地球的規模の環境問題として大きく取り上げられている。

千葉県では、酸性雨による影響は確認されていないが、県内の酸性雨の状況を把握するため昭和50年から調査を継続している。

なお、酸性雨の影響については、当初は初期降雨のpHが健康被害等を引き起こす原因と考えられてきたことから、雨水中のpHを連続して測定していたが、その後の調査で雨水中のイオン成分が原因と考えられるようになってきたことから、近年雨水の成分分析に重点が移されてきている。

このことから、千葉県でも、22年度に実施した老朽化に伴う測定機器の更新に際し、pHを連続して測定する機能を省略し、1か月分の雨水を採取し保存する簡易の自動雨水採取機に変更した。

なお、平成25年度に実施した1か月ごとに採取した降水資料の分析結果は以下のとおりである。

5-1 調査地点

図5-1に示す4地点。

5-2 調査期間

平成25年4月～平成26年3月

5-3 調査項目

自動雨水採取機を用いて1か月毎に捕集した降水中のpH、水素イオン(H⁺)、ナトリウムイオン(Na⁺)、アンモニウムイオン(NH₄⁺)、カリウムイオン(K⁺)、カルシウムイオン(Ca²⁺)、マグネシウムイオン(Mg²⁺)、塩素イオン(Cl⁻)、硝酸イオン(NO₃⁻)、硫酸イオン(SO₄²⁻)の分析及び降水量の測定

5-4 調査結果

平成25年度の調査結果を表5-1に示した。年降水量は一宮が最も多く1879mmであった。最も少なかったのは市川で1480mmと、一宮より約400mm少なかった。また、pHは一宮、市川ともに5.0と最も低く、銚子が5.3と最も高かった。

(1) pH年平均値の推移

pHの年平均値の推移を図5-2に示した。平成15年度では市原を除いた3地点がpHが5未満を示していたが、平成25年度では4地点とも5.0以上となり、酸性の程度が弱くなっていた。



図5-1 調査地点図

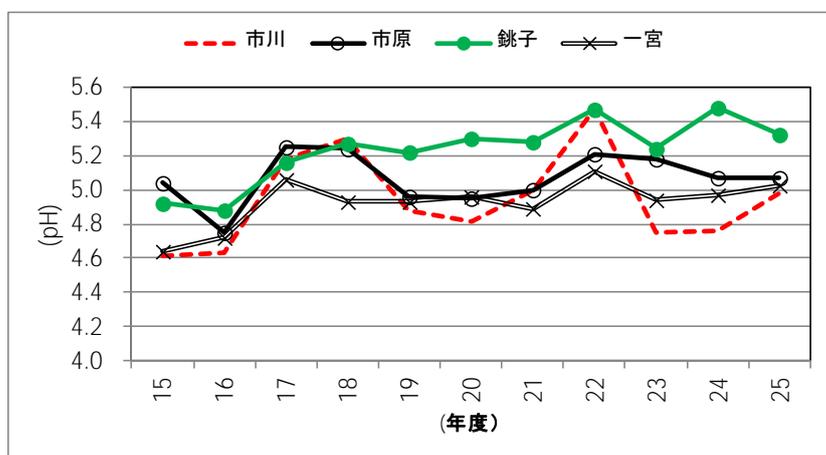


図5-2 pHの経年推移

表5-1 平成25年度調査結果

地点名		市川	市原	銚子	一宮	
住所		市川市八幡1-1-1	市原市岩崎西1-8-8	銚子市白石80	一宮町東浪見1516-2	
測定場所		市川市役所	市原岩崎西測定局	銚子市白石貯水場	一宮東浪見測定局	
	項目名	単位				
		降水量	mm	1480	1790	1599
	pH	μ mol/L	5.0	5.1	5.3	5.0
降水中のイオン成分濃度	H ⁺	μ mol/L	10.39	8.52	4.76	9.42
	NH ₄ ⁺	μ mol/L	17.27	20.18	26.53	9.70
	Ca ²⁺	μ mol/L	4.56	10.63	3.63	4.06
	Mg ²⁺	μ mol/L	4.92	8.22	13.62	11.15
	K ⁺	μ mol/L	0.42	0.63	1.24	1.26
	Na ⁺	μ mol/L	41.74	63.73	131.49	104.28
	NO ₃ ⁻	μ mol/L	15.34	13.51	10.70	8.89
	Cl ⁻	μ mol/L	52.09	75.41	155.57	119.83
	nss-SO ₄ ²⁻	μ mol/L	10.45	16.96	8.70	7.17
	ss-SO ₄ ²⁻	μ mol/L	2.51	3.83	7.90	6.27
降水中のイオン成分沈着量	H ⁺	mmol/m ²	15.38	15.25	7.61	17.71
	NH ₄ ⁺	mmol/m ²	25.56	36.11	42.41	18.23
	Ca ²⁺	mmol/m ²	6.75	19.02	5.81	7.62
	Mg ²⁺	mmol/m ²	7.29	14.71	21.78	20.96
	K ⁺	mmol/m ²	0.62	1.12	1.98	2.38
	Na ⁺	mmol/m ²	61.76	114.05	210.22	195.99
	NO ₃ ⁻	mmol/m ²	22.70	24.18	17.11	16.71
	Cl ⁻	mmol/m ²	77.07	134.95	248.73	225.20
	nss-SO ₄ ²⁻	mmol/m ²	15.47	30.35	13.90	13.47
	ss-SO ₄ ²⁻	μ mol/L	3.71	6.85	12.63	11.78
実施主体		千葉県	千葉県	千葉県	千葉県	

nss-SO₄²⁻:非海塩性硫酸イオン 硫酸イオン中の人為的発生源から由来する量を求めるため、海水中のNa、硫酸イオン濃度の割合から下式に従い算出する。

$$nss-[SO_4^{2-}] = [SO_4^{2-}] - 0.06028 \times [Na^+]$$

(海水中の濃度を Na⁺:468.3mmol/L、SO₄²⁻:28.23mmol/L、Ca²⁺:10.12mmol/Lとする。)

ss-SO₄²⁻:海塩性硫酸イオン 海水に由来する硫酸イオン濃度

$$ss-[SO_4^{2-}] = [SO_4^{2-}] - nss-[SO_4^{2-}]$$

(2)イオン成分分析の結果

各地点のイオン濃度を図5-3に、イオン成分の割合を図5-4に示した。いずれの地点もNa、Cl⁻の割合が高く、Cl⁻は32.6%(市川)~42.7%(銚子)、Naは26.1%(市川)~37.0%(一宮)の範囲であった。濃度としては銚子、一宮が他地点と比べて高い濃度(2~3倍)となっていた。

降水の酸性化に影響の高いnss-SO₄²⁻(非海塩性硫酸イオン)は、市原が濃度が高く、一宮、銚子は低かった。また、NO₃⁻(硝酸イオン)は市川の濃度が高く、次いで市原が高かった。

図には示していないが、沈着量はイオン濃度×降水量で求めており、概ねイオン濃度と傾向は変わらなかった。

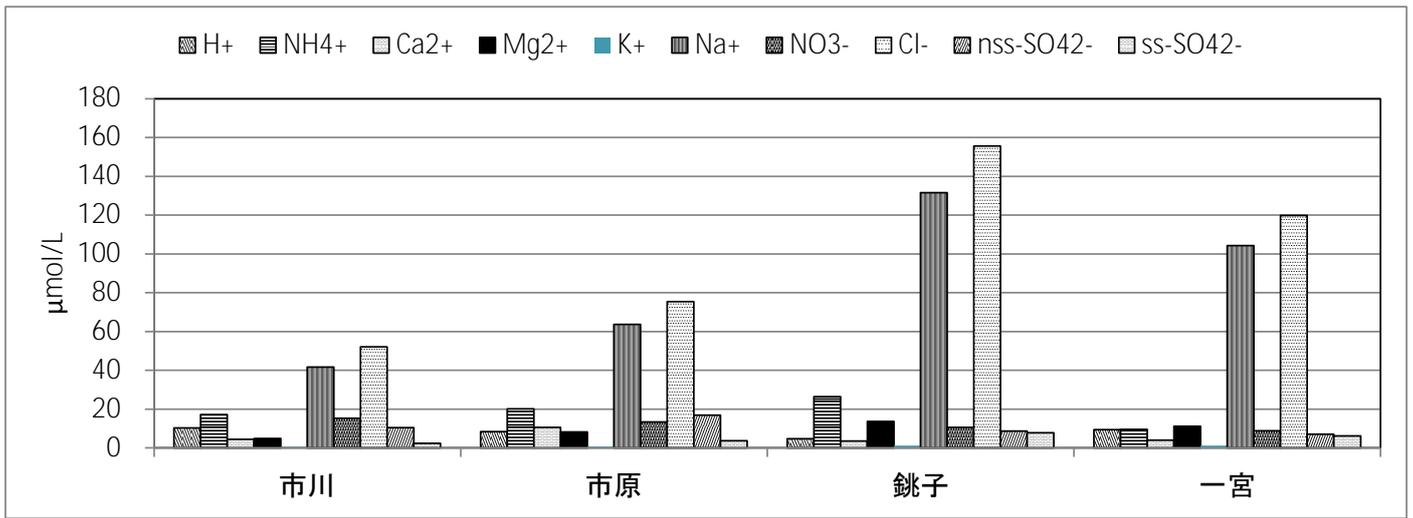


図5-3 降水中イオン成分濃度

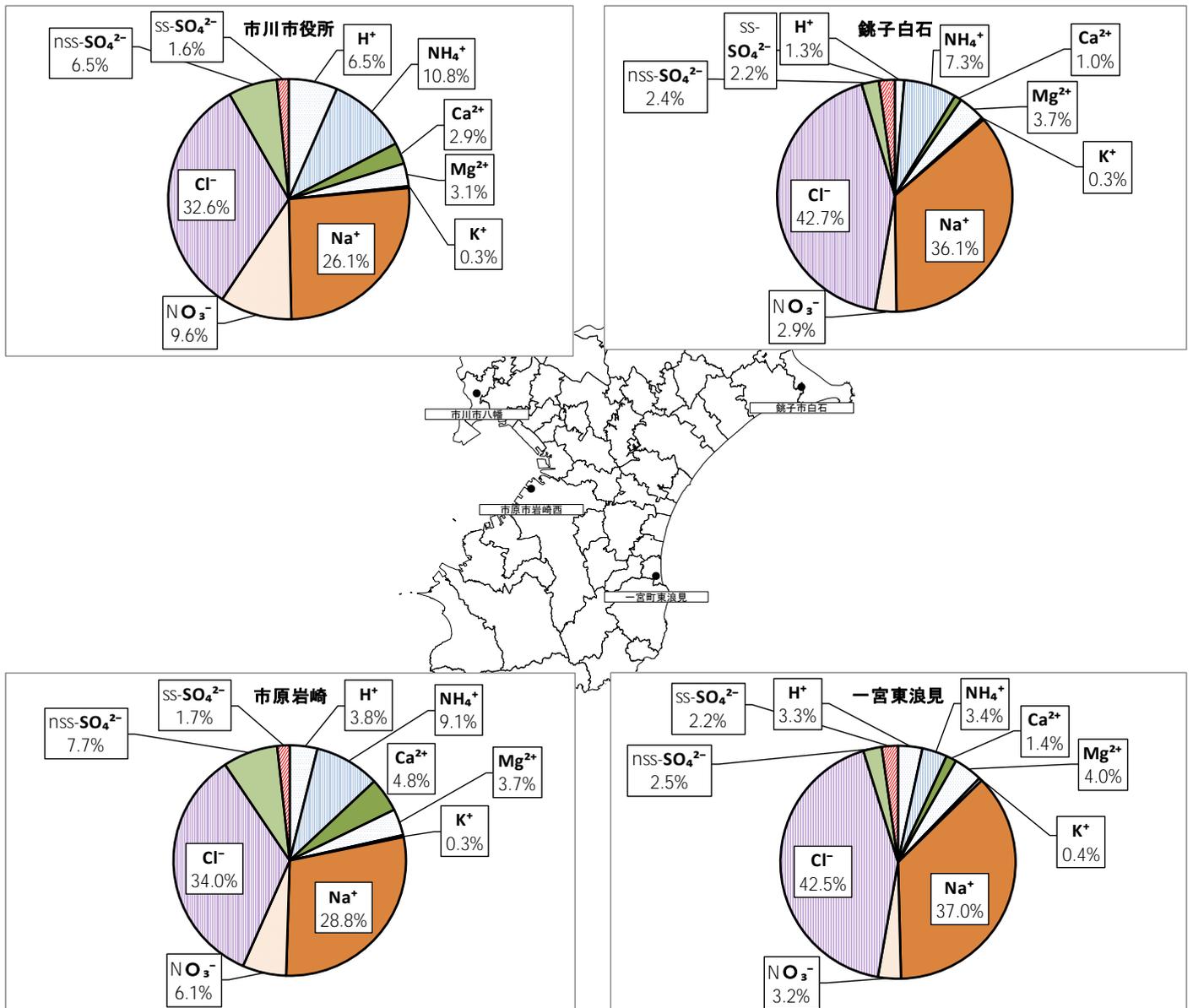


図5-4 降水中イオン成分の割合