

# 高知県における酸性雨調査

## 第5報

岡林理恵・鎮西正道・近澤紘史

### Acid Precipitation Survey in Kochi Prefecture (V)

Rie OKABAYASHI, Masamichi CHINZEI, Koshi CHIKASAWA

#### 1. はじめに

酸性雨は広域的な大気輸送の問題であるとともに地域的な汚染問題でもある。

そこで本県では酸性雨の広域的、地域の実態とそのメカニズムを把握するため、昭和58年度から酸性雨調査を行ってきた。

本報は、平成2年度における調査結果を報告する。

#### 2. 調査方法

##### 2.1. 調査地点

図1に示す地点で雨水を採取した。

地点の概要は、次のとおりである。

香北町：香美郡香北町 県営永瀬ダム管理事務所（屋上）

物部川上流の永瀬ダム湖岸に位置し、山に囲まれた人口約5800人の山間の町にあり、周辺に汚染源はない。標高は約200mであり、海岸線から約23km離れている。

高知市：高知市鴨部 県営鏡川工業用水道管理事務所（地上）

国道56号線バイパスと鏡川にはさまれた住宅地にある。

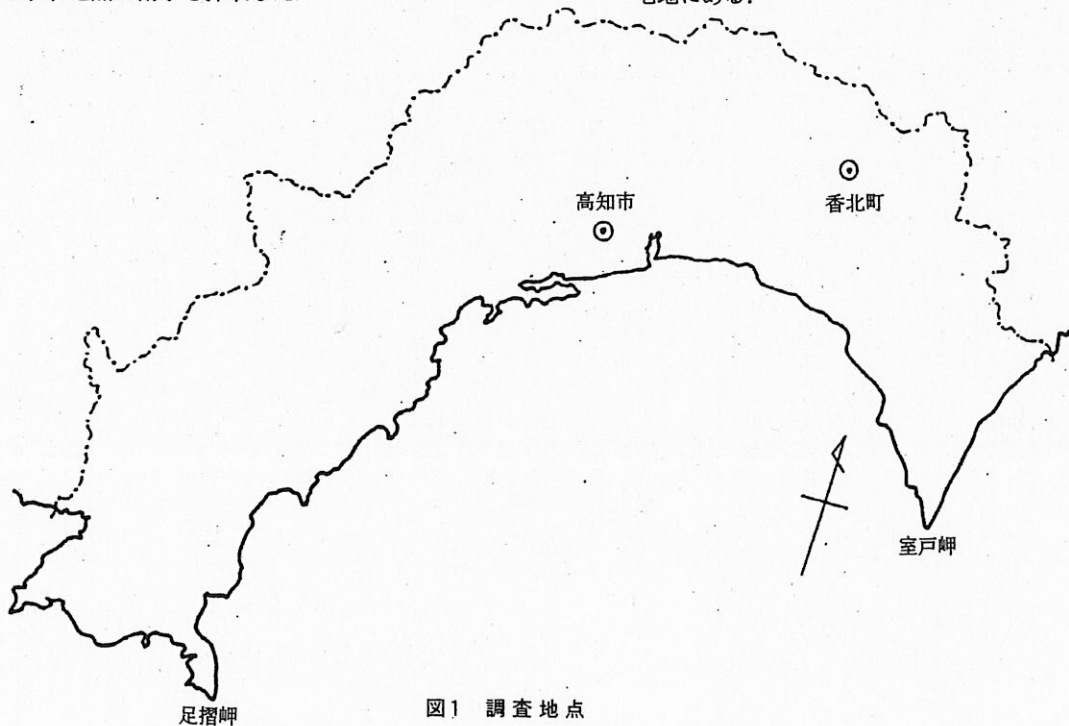


図1 調査地点

2.2. 調査期間

次に示した期間に雨水を採取した。

香北町：H. 2. 3. 29 ~ H. 3. 4. 1

高知市：H. 2. 3. 29 ~ H. 3. 4. 1

2.3. 採取方法

雨水を、ミリポアフィルター(AAWP 04700, 0.8 $\mu$ m)でろ過し、ろ液とろ紙残留物に分け一週間毎に回収した。

なお、採取装置は環境庁の酸性雨ろ過式採取装置を用いた。

2.4. 調査項目及び分析方法

pHをガラス電極法、E.C.を電気伝導度法、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>をイオンクロマト法、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>をインドフェノール法、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>を原子吸光光度法により分析した。分析法の詳細は環境庁大気保全局大気規制課による酸性雨成分分析調査実施細則に従った。

3. 調査結果及び考察

3.1. pHの状況

図2にpHの月別推移を、表1にpHの出現状況を示す。

年平均値は両地点とも4.9であり地域的な差異はみられず、前年度(高知市4.8, 香北町4.6)より若干高い傾向を示したが<sup>1)</sup>、全国平均値(4.6~5.1)と同じレベルにあった。

また、両地点とも冬期~春期始めにかけて低pHが見られ、夏期に比べ冬期に低い傾向が認められた。

酸性雨過率(酸性雨と認められた週の出現割合)は両地点とも98%を示し、年間を通じ、ほとんどの雨水に酸性雨の傾向が見られた。

なお、平成2年中国・四国地方酸性雨共同調査結果<sup>2)</sup>によると、両地点は冬期(2月)には、中国・四国地域9県に設置された14測定地点の中ではNH<sub>4</sub><sup>+</sup>・Ca<sup>2+</sup>による中和傾向が低く、pHの低いグループに属している。

3.2. 各イオン成分間の相関

表2に、各週の当量濃度等を用いた相関係数行列を示す。

表1 pHの出現状況

	高知市	香北町	全国※	備考
春(3~5月)	4.7	4.9	—	降水量による加重平均
夏(6~8月)	5.0	5.1	—	
秋(9~11月)	5.0	4.9	—	
冬(12~2月)	4.7	4.7	—	
年平均値	4.9	4.9	4.6~5.1	
週最大値	6.1	6.2	—	
週最小値	4.0	4.2	—	
酸性雨過率(%)	97.5	97.6	—	pH 5.6未満
測定週数	40	42	—	

(※：全国平均値は国内29地点でS.59~62年度内に行った測定値の平均である。)

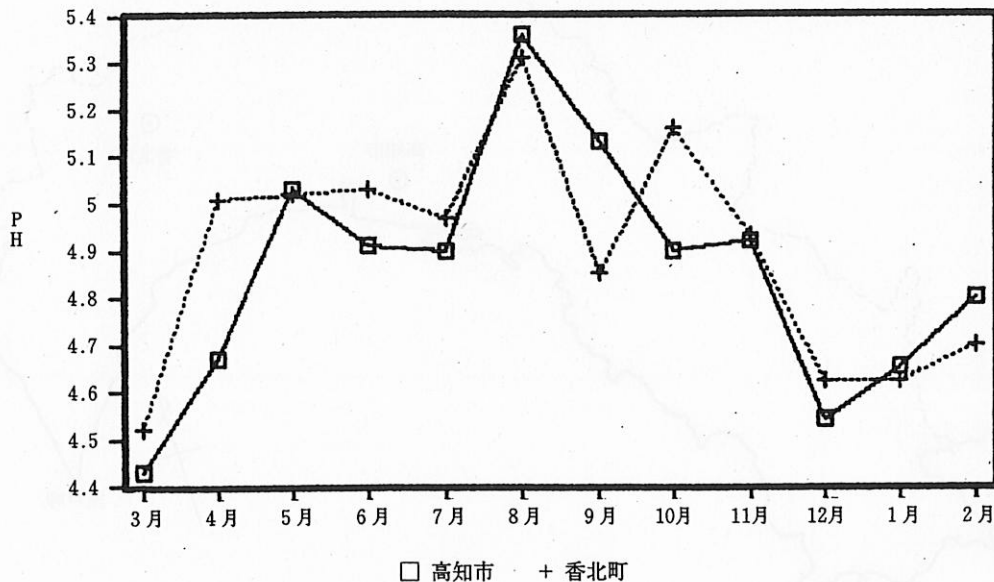


図2 pHの推移

表2 成分間の相関係数行列

(高知市)													
	EC	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	nss SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	nss Ca <sup>2+</sup>	PARA1	PARA2
H <sup>+</sup>	0.69**	0.66**	0.57**	0.25	0.32*	0.45**	0.30	0.34*	0.25	0.53**	0.37*	0.57**	0.53**
EC		0.95**	0.83**	0.74**	0.59**	0.82**	0.81**	0.68**	0.75**	0.82**	0.76**	0.86**	0.25
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			0.84**	0.58**	0.59**	0.87**	0.70**	0.68**	0.60**	0.84**	0.79**	0.88**	0.23
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>				0.51**	0.21	0.91**	0.70**	0.84**	0.56**	0.82**	0.90**	0.93**	0.38*
Cl <sup>-</sup>					0.52**	0.60**	0.95**	0.55**	0.97**	0.55**	0.60**	0.56**	-0.20
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>						0.28	0.46**	0.12	0.51**	0.49**	0.23	0.40*	-0.10
Ca <sup>2+</sup>							0.75**	0.86**	0.62**	0.78**	0.95**	0.87**	0.03
Mg <sup>2+</sup>								0.71**	0.96**	0.67**	0.75**	0.71**	-0.07
K <sup>+</sup>									0.53**	0.68**	0.86**	0.78**	0.08
Na <sup>+</sup>										0.59**	0.63**	0.60**	-0.12
nssSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>											0.87**	0.97**	0.39*
nssCa <sup>2+</sup>												0.92**	0.11
PARA1													0.40**
(香北町)													
	EC	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	nss SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	nss Ca <sup>2+</sup>	PARA1	PARA2
H <sup>+</sup>	0.82**	0.75**	0.50**	0.43**	0.41**	0.37*	0.41**	0.38*	0.40**	0.68**	0.26	0.68**	0.81**
EC		0.97**	0.82**	0.79**	0.73**	0.72**	0.82**	0.74**	0.77**	0.86**	0.59**	0.91**	0.80**
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			0.78**	0.72**	0.81**	0.72**	0.77**	0.73**	0.71**	0.91**	0.61**	0.94**	0.80**
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>				0.70**	0.78**	0.86**	0.75**	0.82**	0.69**	0.64**	0.72**	0.79**	0.45**
Cl <sup>-</sup>					0.54**	0.68**	0.97**	0.77**	0.99**	0.61**	0.57**	0.69**	0.52**
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>						0.66**	0.60**	0.77**	0.54**	0.74**	0.59**	0.81**	0.43**
Ca <sup>2+</sup>							0.73**	0.68**	0.56**	0.58**	0.87**	0.70**	0.27
Mg <sup>2+</sup>								0.76**	0.97**	0.66**	0.63**	0.74**	0.54**
K <sup>+</sup>									0.74**	0.65**	0.60**	0.75**	0.46**
Na <sup>+</sup>										0.59**	0.54**	0.67**	0.50**
nssSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>											0.68**	0.98**	0.85**
nssCa <sup>2+</sup>												0.74**	0.31*
PARA1													0.81**

PARA1 : nssSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>+NO<sub>3</sub><sup>-</sup>      \*\*: 1%有意  
 PARA2 : PARA1-nssCa<sup>2+</sup>-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>      \* : 5%有意

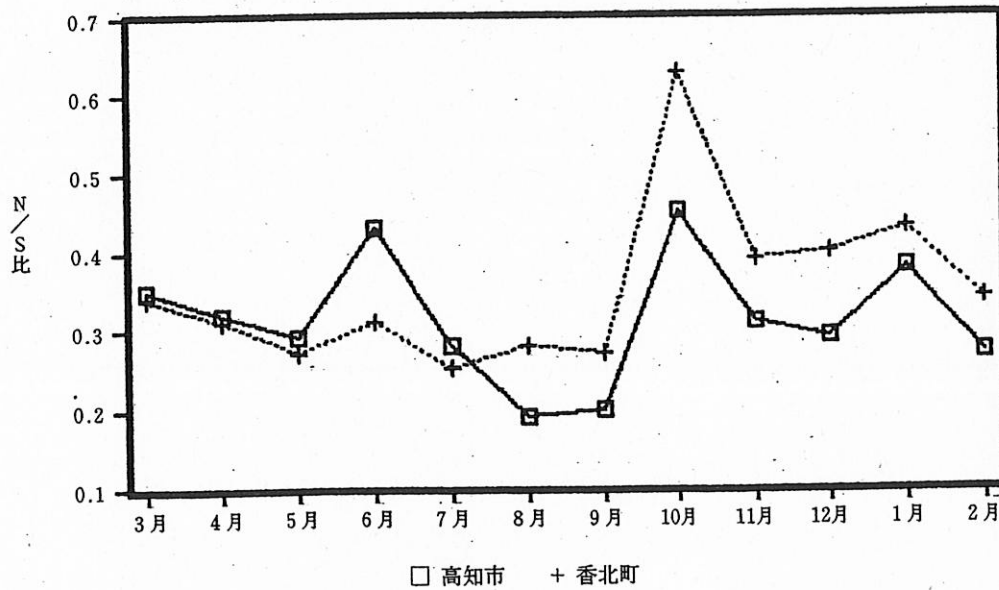


図3 N/S比の推移

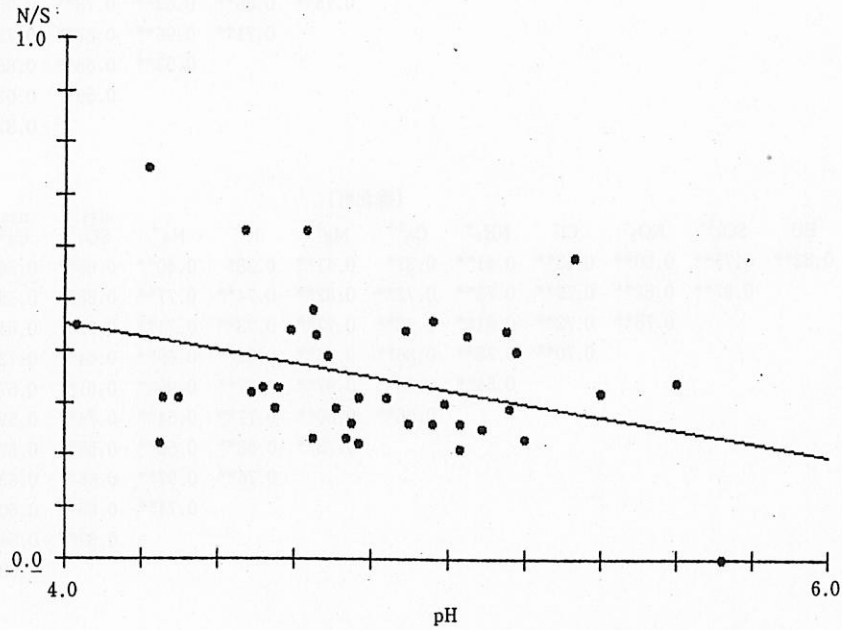
全国調査<sup>3)</sup>で用いられた酸性化の指標 (PARA1・PARA2) (nssは海塩を除いた成分) を用いて解析を試みたところ、 $H^+$ とPARA2との相関が両地点とも有意であったことから、 $(nssSO_4^{2-} + NO_3^-) - (nssCa^{2+} + NH_4^+)$  の4成分で示される指標がpHに寄与していると推測された。

次に、 $nssCa^{2+}$  と他の成分との相関を見ると、

$nssSO_4^{2-}$  及び  $NO_3^-$  については、香北町より高知市の方が強かった。これらの成分は人為的な影響が大きいと考えられており<sup>4)</sup>、高知市においてはセメント製造工場等での燃焼による  $SO_x$ 、 $NO_x$  の発生、及び車両によるCaのまきあげと  $NO_x$  の発生に起因しているものと推測された。

3.3.  $NO_3^-/SO_4^{2-}$  当量比の推移及びpHとの関係

(高知市)



(香北町)

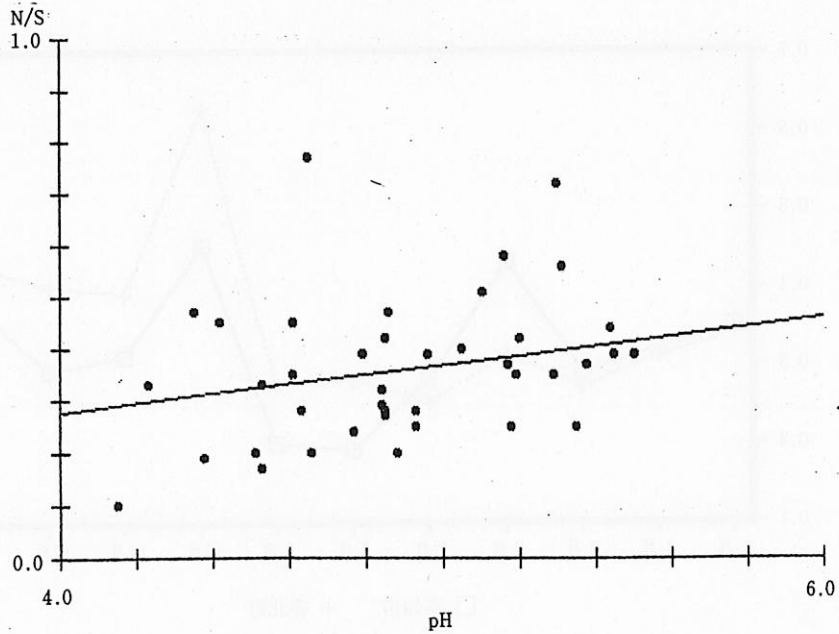


図4 pHとN/S比の相関

$\text{NO}_3^-$ と $\text{SO}_4^{2-}$ の当量比(以下N/S比と言う)は、地域により差があるといわれており<sup>3)</sup>、平成元年度に続いて解析を試みた。

図3に月毎のN/S比の推移を示す。

両地点ともほぼ同じ傾向を示した。また、年加重平均値は高知市において0.30、香北町において0.31を示し、酸性雨対策調査報告書(1990)<sup>3)</sup>に示された全国各地の値の範囲内(0.15~0.85)にあった。

香北町は秋期~冬期にかけて高く、高知市との比較でもやや高い値を示した。この傾向は、前年度の結果<sup>1)</sup>と同じ傾向を示した。

全国的には北と南の地方においては、0.5をこえることが少ないと報告<sup>3)</sup>されている。本県も、これらのグループに属すると考えられた。

次に、両測定地点における $\text{NO}_3^-$ と $\text{SO}_4^{2-}$ がpHに寄与する度合いを調べるために、各週のpHとN/S比をプロットし、図4に示した。

高知市及び香北町で、それぞれ危険率1.4%及び8.9%で有意な相関係数が得られた。この結果、高知市においては低pH時にN/S比が高く、香北町においてはその逆の傾向を示した。

このことから、高知市においては、 $\text{NO}_3^-$ がより酸性化に寄与し、他の都市地域と同様に窒素酸化物の発生源による局地的な影響が大きいことを示唆している、と考えられた。

北海道・四国・九州ではpHの低下には $\text{SO}_4^{2-}$ の増加が影響していると報告<sup>3)</sup>されているが、高知市のような人口32万人程度の都市地域においては、 $\text{NO}_3^-$ の影響が大きくなる傾向を示す場合もあることが認められた。

#### 4. まとめ

平成2年4月から平成3年3月まで、高知市、香北

町の2地点においてろ過式採取装置を用いて1週間毎に回収した雨水について分析し、次の結果を得た。

1. 年平均pH値は両地点とも4.9であり、季節ごとのpHは夏期に比べ冬期に低い傾向が見られた。

2. イオン成分毎の相関をみると $\text{H}^+$ と $(\text{nssSO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-) - (\text{nssCa}^{2+} + \text{NH}_4^+)$ 間に強い相関が見られた。

また、高知市では $\text{nssCa}^{2+}$ と $\text{nssSO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 間に香北町よりも強い相関が見られたことから、高知市は香北町に比べ人為的な影響が大きいことが推測された。

3. N/S比は両地点とも同じ傾向を示し、年加重平均値は高知市で0.30、香北町で0.31であった。

また、N/S比とpHの相関では高知市ではマイナスの、香北町ではプラスの傾向が見られた。

本報では主にpHと他の成分との相関についての解析を行った。本県では過去7年間のデータが蓄積されていることから、今後これらのデータの他面的な解析を行い、酸性雨の実態と経年推移を考察したいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 岡林理恵ら：高知県における酸性雨調査(第4報)、高知県公害防止センター所報、(6)、29-31、1989
- 2) 林田博通ら：平成2年中国・四国酸性雨共同調査結果、全国公害研会誌、16(2)、61-69、1991
- 3) 環境庁酸性雨対策検討大気分科会：酸性雨対策調査報告書、1990
- 4) 鶴田治雄：東アジアの酸性雨、科学、59(5)、305-315、1989