

# 雲の流れを利用した酸性雨発生源の探求

山形県立山形中央高等学校 化学部 2003年度研究を振り返って

山形中央高等学校生物部・化学部 藤橋隆之介 中根瞬 高橋克弥 今井慧人 伊藤顕

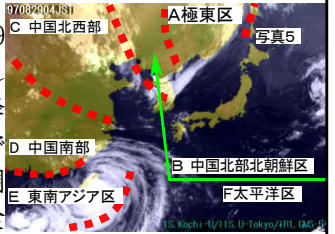
## I はじめに

酸性雨はどこから来るのか。気象衛星ひまわり画像を逆再生して解析できないか考えた。無論雲の動きは直接大気の流れを反映しない。雲が得意い場所が移動している場合もある。しかし、何らかの相関が得られると考え、調べることにした。



## II 実験の方法

2002年11月～2003年9月の酸性雨はパックテストで調べた。また1997～2001年は全気象関西地方本部ホームページのデータをお借りした。ひまわりの画像は高知大学のホームページからお借りした。画像は、降雨時間から、過去10日のデータを、Windows標準添付のプレビューで逆再生しその雨を降らせた雲がどこの地区の上空を通過してきたかを調べた。雲の通過地点は右図の6区に分けた。衛星ひまわりが地球食の時は「不明」とした。さらに降水量とpHから雨水中の総水素イオン量の推移を調べた。



## 研究に用いたデータ(pHおよび降水量)

山形(2002年11月～2003年9月)および京都(1997年～2002年)の観測結果

1997(京都)				1998(京都)				1999(京都)				2000(京都)				2001(京都)				2002(山形)															
月	日	時刻	降水量	月	日	時刻	降水量	月	日	時刻	降水量	月	日	時刻	降水量	月	日	時刻	降水量	月	日	時刻	降水量												
1	月	3	0:00	5.3	15.0	B	1	月	1	15:45	4.8	6.0	C	1	月	19	15:00	3.8	5.0	B	1	月	17	8:20	5.8	9.0	C	2	月	27	日	8:20	5.3	4.3	B

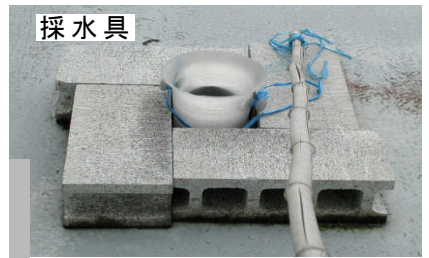
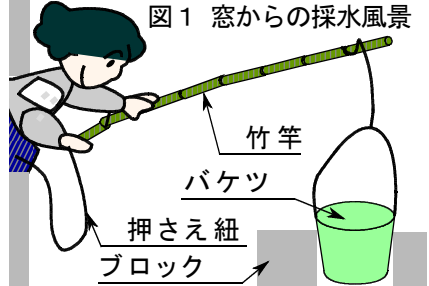
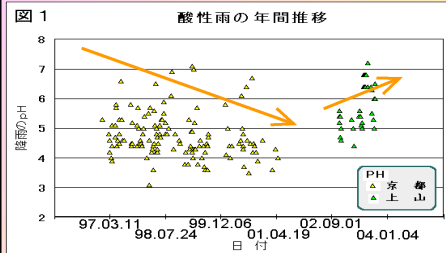


図1 窓からの採水風景

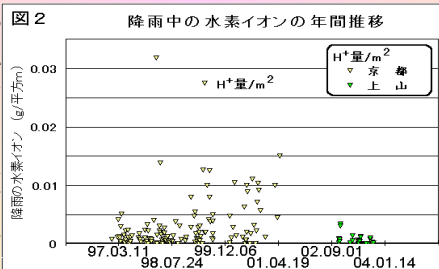


## 図③ 結果1 酸性雨と水素イオンの推移

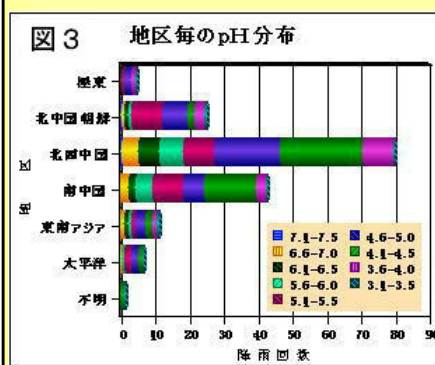


上山と京都は場所が異なるため直接比較できないが、2001年までは酸性雨がひどくなる傾向、近年は回復の傾向が見られた。

水素イオン(量)も同様の結果が見られた。98/02/28のpH3.1 降水量4mmの雨をpH3で概算すると1m<sup>2</sup>あたり0.004gの水素イオンを含み、硫酸で降ったと仮定すれば、1m<sup>2</sup>あたり0.196g、1平方キロメートルあたり約0.2tの濃硫酸が降ったこととなる。pH3の希硫酸なら20t分降ったことになり、数字遊びではあるが恐怖を感じた。

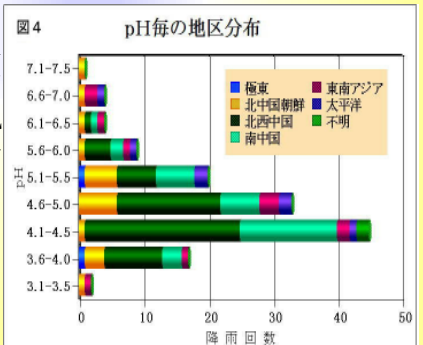


## IV 結果2 通過地区ごとのpH分布

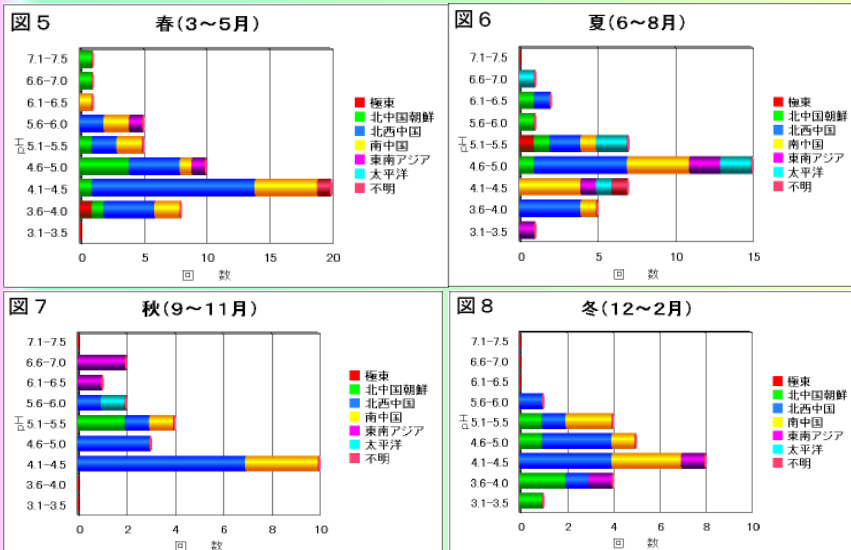


日本に最もよく酸性雨を降らす雲は、雨は中国北西上空を通過することが多く、pH4.1～4.5の酸性雨で、日本に最も多くの影響を与えている。東南アジアおよび中国北部・北朝鮮も無視できない。

中国北西上空を通過して日本に至る雲が多いことは、偏西風が最も大きな要因と考えた。



## V 結果3 季節ごとのpH地区分布の変動



季節毎に分析した結果の特記事項

- 1 春は、黄砂による中和のためか、同じ地区でも酸性の強い雨と弱い雨に分かれた。
- 2 東南アジア方面を通過してくる雲からの酸性の強い雨は夏期に多い。
- 3 秋は酸性雨が降る機会が少ない。
- 4 冬は酸性雨が多かった。特に中国東北部や北朝鮮上空を通過した雲からの強い酸性雨が目立った。

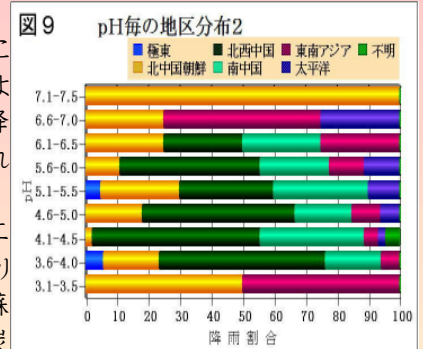
私達はさらに分析することとした

## V 結果4 pHごとの通過地区分布 再分析

図4では通過地区ごとの降雨頻度が異なり、地区ごとの特徴が把握し難かった。そこでグラフを百分比で再作成した。中国北西部に加え、pH3.6~4.0の雨は東南アジアおよびグラフの「北中国朝鮮」すなわち中国北東部や朝鮮半島北部を通過してきた雲から降る雨からもたらされていた。事例は少ないが、pH3.1~3.5の酸性雨もこの地区からもたらされていた。

インドやタイは工業化が進んでいると報じられている。中国北東部や朝鮮半島北部も工業化が進んでいるのであろうか。中国の改革開放以前は産出する石炭エネルギーにより工業の中心であったが、解放後は上海、江蘇省、浙江省の「長江デルタ」を核とした蘇州、無錫、昆山などの開放都市を中心とした「南部地域」が工業の中心となり、北部は炭鉱閉山が相次ぎ失業地帯となっている。石炭からの産業エネルギー供給は減少したと考えられる。しかし石炭は暖房にも使う。脱硫装置のない一般家庭で燃料とした場合、相当量の汚染物質が放出される。

ここで私達は考え落ちに気づいた。中国北東部や朝鮮半島北部と日本では冬の期間が異なる。



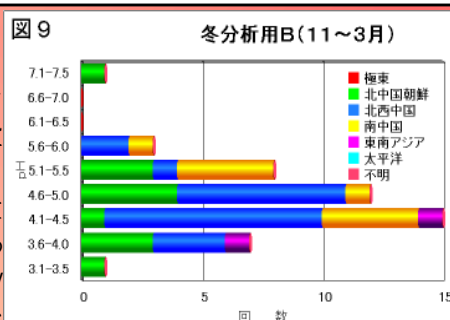
地点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均	統計期間
東京	5.7	6.0	8.8	14.3	18.6	21.8	25.3	27.0	23.3	18.0	12.9	8.3	15.8	1971-1997
平壤	-6.1	-3.2	2.9	10.4	16.2	21.1	23.8	24.0	18.7	11.7	4.0	-3.2	10.0	1971-1997

左は東京と平壤の月別平均気温だ。平壤の冬は11月から3月までと考えられる。私達はこれに基づき冬のグラフ(図)を再作成した。

## VI 結果5 冬期のpH地区分布の変動

再作成の結果、「北中国朝鮮」すなわち中国北東部や朝鮮半島北部を通過してきた雲から降る雨で強い酸性雨が観察されていたことが分かった。「冬」に関わる酸性雨のようだ。

「万景峰号」はじめ、北朝鮮への輸出品に「古タイヤ」があり、石炭と同等の火力をもつ燃料として使っているとの報道があった。2003/09/08タイヤ工場ではゴムと硫黄の混合過程における爆発炎上が報じられた。調べて驚いた。ゴム製品は加硫されており、輪ゴムで6%。粗悪な中国東北部の石炭の約2倍だ。航空タイヤでは20%。質の悪い石炭の6~7倍の環境汚染効果がある。



## V まとめ

~先輩方の研究から調べたこと~

研究目的の「何らかの相関」については、地区ごとに異なる結果や、北中国朝鮮を通過してきた雲からの酸性雨の季節分析から、相関はあったと思われる。

近年、一般のスキー客も蔵王の樹氷の黒さを感じている。山形大学柳澤先生よりお示しいただいた樹氷の水を濾過したフィルターは黒かった。大気汚染の原因がゴムと断定はできないが、輪ゴムを燃やした場合多様なススが出る。現在は脱硫装置が設置され、主にカーボンだけ日本に運ばれてくる可能性は否定できない。

また、タイヤチップの輸出規制はあるが、輸出業者もある。ネットでは、無償で北朝鮮に送るNPO団体の記事もあった。水素イオンの使い方。データで推測する世界。学校で習ったことを生かしてこまめに分析を進めた先輩方に驚きました

## 参考文献

全気象関西地方本部および高知大学ホームページ

「中国の東北振興政策」名古屋学院大学 劉麗君氏のネット掲載論文

「一加硫一ゴム製品に命を吹き込む」

[https://www.jstage.ist.go.jp/article/gomu1944/73/9/73\\_9\\_488/pdf](https://www.jstage.ist.go.jp/article/gomu1944/73/9/73_9_488/pdf)

「死を招く」微細汚染粒子「PM2.5」中国から日本列島に飛んでくる J-CASTニュース

<http://www.j-cast.com/2013/01/19161881.html?p=all>