

酸性雨の教材化

中西敏昭*

Materialization of Acid Rain

Toshiaki NAKANISHI

1. はじめに

昭和45年7月、東京の高校で部活動中の女子高生が、突然倒れた。光化学スモッグによる最初の被害であった。

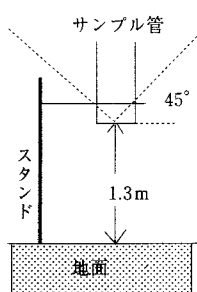
その後、アサガオが光化学スモッグの指標植物として有効であることが調べられ、昭和49年に読売新聞社主催で全国の中学生を中心にした「アサガオの調査」が実施された。当時、全国各地で都市化の指標植物として「タンポポの調査」も実施されていた。(1975)

中西・長谷川らは、コンピュータによる統計処理の結果、タンポポが都市化の指標となるのは、都市のコンクリート化(土質のアルカリ化)が一因であることを明らかにした。(1982)

平成元年(1989)12月、兵庫高校の校庭の雨を採取しpHを測定したところ、4.3の値を示した。pH 5.6以下の雨を酸性雨とよんでいるので、かなりの酸性雨である。都市部の学校なので当然かもしれないが、生徒に環境問題を身近なものとして捉えさせる教材として適当であると思われるので、兵庫高等学校で1990~1991年の2年間の生物教材として利用を試み、その有効性をまとめた。

2. 方法

- ① 跳ね返り水を防ぐために、地上1.3m以上の位置にサンプル管を設置し、原則として仰角45°に障害物のあるところは避ける。
- ② コンクリートや鉄板の上に直接置かない。(図1)
- ③ pHメーターの電極を採取したサンプル管の雨水の中に入れて測定し、図2の記録用紙に必要事項を記入する。
- ④ 分布データを表示するメッシュ(X軸、Y軸)は、経線・緯線を分割した統計に用いられる標準メッシュ(昭和48年7月12日行政管理庁告示第143号)をさらに分割したものを利用した。
- ⑤ データは、コンピュータ(NEC PC9801RX)に入力し、分析した。有効データ件数は、1990年度114件であり、1991年度は261件である。



〔図1〕

酸性雨調査紙		X軸	Y軸
生徒番号氏名	3年 組 番		
年 月 日	気温 ℃		
開始時間 :	回収時間 :		
雨の状態	雨の状態		
場所の環境	アサガオ		
	ツツジ		
	pH		

3. 結果と考察

① 酸性雨の月別変化

〔図2〕

6月~7月の梅雨期の雨の方が8月、9月の雨より酸性であった。(表1)これは、大気中に含まれている窒素酸化物(NOx)や硫黄酸化物(SOx)などが、紫外線の強い影響を受けて、光化学反応がおりやすくなり、硝酸イオン(NO₃⁻)や硫酸イオン(SO₄²⁻)に変化したためと思われる。

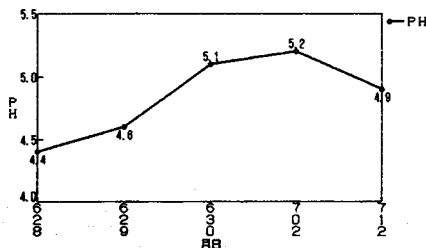
〔表1〕1990年度の酸性雨の月別変化

月	最高 pH	最低 pH	平均 pH
6	5.6	3.9	4.8
7	6.6	4.0	4.9
8	6.7	4.1	5.2
9	6.6	3.8	5.0
合計	6.7	3.8	4.9

※ pHの値が小さい方が酸性が強い。(pH7.0: 中性)

② 連続した降雨でのpHの変化

雨が降り続いたとき、最初の雨はpHの値が低いが、終わりの雨は、pHの値が比較的高くなる(図3、表2)。これは、酸性雨の原因になる硝酸イオンや硫酸イオンが徐々に雨で洗い流されるためと考えられる。



〔図3〕1990年度の酸性雨の日別変化

* 兵庫県立兵庫高等学校

[表2] 1991年度の酸性雨の日別変化

月 日	最高 pH	最低 pH	平均 pH
6 29	5.0	4.2	4.6
6 30	6.4	4.1	4.7
7 01	5.9	4.2	4.7
7 02	6.9	4.1	4.8
7 03	4.8	4.3	4.6
7 04	6.5	4.2	4.9
7 05	5.7	4.3	4.9

③ 酸性雨の分布図

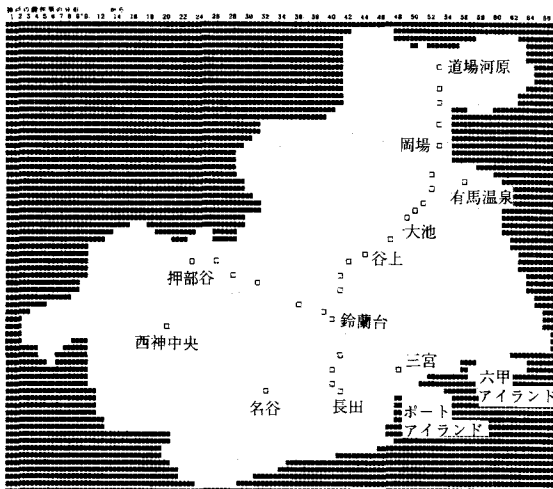
図4の□印は、神戸市のメッシュ地図上の神戸電鉄、神戸地下鉄の沿線の各駅を示し、図5～7の酸性雨の分布図中の記号は pH の値を示している。(下欄)

- : 5.5～5.0
- : 4.9～4.5
- * : 4.4～4.0
- × : 3.9以下

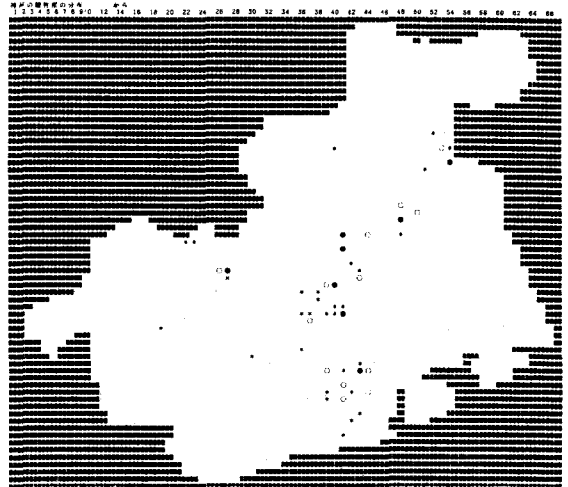
2年間の酸性雨の地理的分布で共通していることは、意外にも北部地域でかなりの酸性雨がみられた。(図5, 6) 一般に、酸性雨の原因になる窒素酸化物や硫酸酸化物は、自動車や工場などの排気中に主に含まれていて、雨とともに硝酸イオン・硫酸イオンとして降下し、それらの多い南部地域ではかなりの酸性雨が降ると思われるからである。

北部の酸性雨は、酸性雨の原因物質が7月頃の海から吹く風によって北部に移動したためか、あるいは、北部の開発に伴う森林の伐採のため、樹木による大気中の汚染物質の吸収力の低下や開発による交通量の増加などによるものだろう。

一方、南部に余り酸性雨が降っていないようにみえるのは(図5, 6)、汚染物質が少ないためではなく、都市のコンクリート化によって増加した空気中に浮遊するカルシウム塩などが中和の働きをしているためと思われる。



[図4] 神戸市のメッシュ地図



[図5] 1990年 6月～8月の酸性雨の分布



[図6] 1991年 6月～8月の酸性雨の分布

④ 連続した降雨での分布図の変化

1991年6月29日から7月5日にかけて降った雨は、表2に示したように全体では徐々に雨の酸性が弱くなっている。地域的にみれば、7月2日までは、ほぼ全域で酸性雨が降っている。7月4日では北部地域で雨の酸性が弱くなり、中部・南部地域では依然、酸性雨が降っている。7月5日になると、中部・南部地域でも雨の酸性が弱くなることがわかる。(図7)つまり、酸性雨の原因である硝酸イオン・硫酸イオンは、北部から徐々に雨で洗い流されているようにみえる。

⑤ 酸性雨の実験についての生徒の感想

実験結果を生徒(男子18名, 女子25名)に5段階評価でアンケートを実施した。

〈質問事項〉

- ① 印象に残ったことがあったか。

- ② この実験でなければ得られないものがあったか
- ③ 新しく知ったことがあったか。
- ④ 日常生活に役立つことがあったか。
- ⑤ さらに深めていきたいことがあったか。

〈男子〉	①	②	③	④	⑤	〈女子〉	①	②	③	④	⑤
B	0	1	0	0	0	B	0	1	0	0	1
1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
2	0	0	1	6	2	2	1	0	1	5	3
3	6	4	1	5	8	3	3	5	1	11	9
4	12	12	13	5	7	4	17	13	16	8	11
5	0	1	3	2	1	5	4	5	7	0	1

- ※ B：ブランク（無答） 3：普通
 1：全然ない 4：ある
 2：ない 5：非常にある

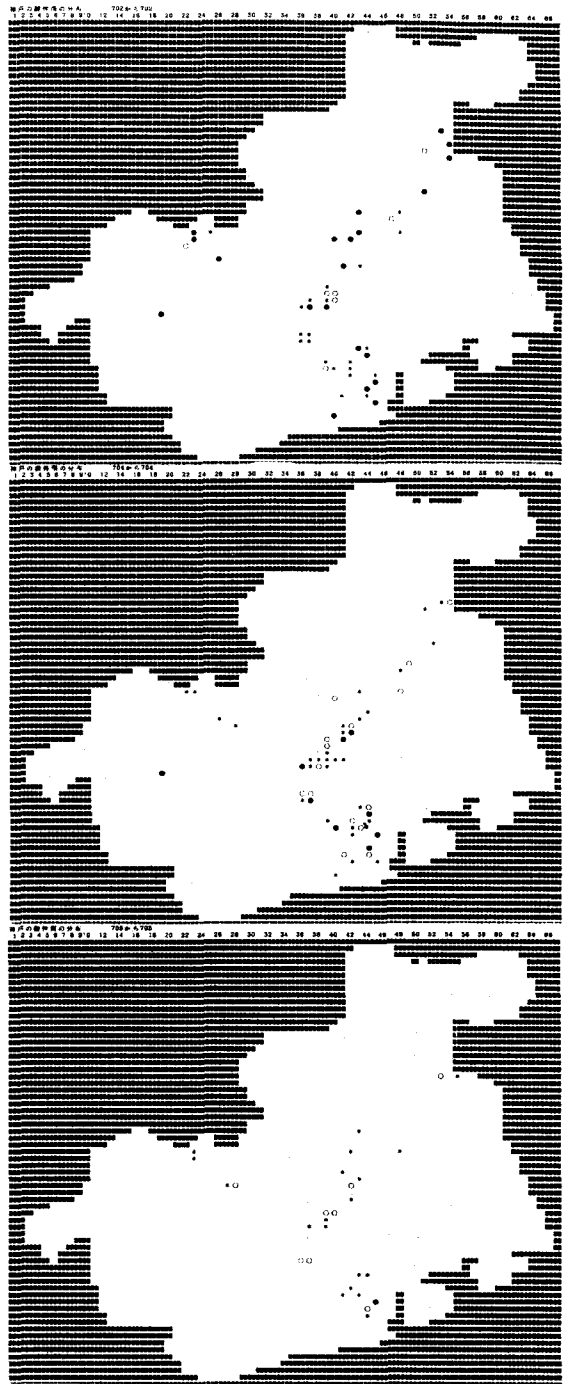
質問事項のすべての項目で、生徒がこの実験に強い関心を持っていることを知ることができる。次に生徒の感想文の一部を示す。

- A 酸性雨なんて今まで全然気にしていませんでした。外国の話だと思っていました。だけど、自分で実際に雨をとってPHを測ってみるとPH値が低いのに驚きました。（1990）
- B 7月の下旬に久しぶりに雨が降ってきたので、庭に出てみるとアサガオの花が見る間にポツポツと雨が当たったところが脱色してしまった。（1990）
- C 酸性雨が自分の住んでいるところで実際に降っていると思うと何か怖い。もっと真剣に考えなければならぬ。（1991）
- D 神戸の北区でも緑の多いところなので、都市部に比べて車も少なく空気もきれいだと思っていました。でも、かなりの酸性雨が降っているのに驚きました。思わぬところで環境が破壊されているのだとわかりました。酸性雨についてもっと詳しく調べたいと思いました。（1991）

4. あとがき

自然を大切にすることを理解していくためには、自分たちの手でデータをつくり、科学的な方法で分析し考察することが必要である。また、そのための教材は、できるだけ身近なものを題材として選べば効果的である。

今回の酸性雨をテーマにとりあげた実験で、生徒が環境問題に強い関心を示し、真剣に取り組めることがわかった。多くの生徒が身近な自然に目を向けてくれたこと、また、一人一人ではできないことも多くの人が協力すれば、かなりの情報を得ることができることなどで、今回の「酸性雨の実験」はその目的を達したといえる。



【図7】1991年 7月2日・7月4日・7月5日の酸性雨の分布

5. 参考文献

- 峠田 宏：『環境汚染と指標植物』共立出版（1974）
- 堀田 満：『雑草戦争』NHK科学千一夜（1975）
- 川西市：『川西市自然環境調査報告書Ⅱ』（1976）
- 中西 敏昭・長谷川 太一
 『兵庫県川西市における2種のタンポポの分布と環境との相関』関西自然保護機構会報 No.8（1982）