

自然教育園の酸性雨 (第3報)

菅原 十一*

Acid Rain in the Institute for Nature Study (3)

Touichi Sugawara *

はじめに

酸性雨の降り方は、大気汚染状況の他、局地的な気象条件、付近の環境などを複雑に反映し、このため長年の測定資料をもとにした調査が必要となっている。

自然教育園では、1993年より酸性雨測定が開始され、この内、1996年までの測定結果が報告されている(菅原, 1995・1997)。

今回は、酸性雨調査のための基礎資料として、1997年の測定結果を3地点(林外草原地及びスダジイ林、コナラ林)に整理し報告する。

調査方法

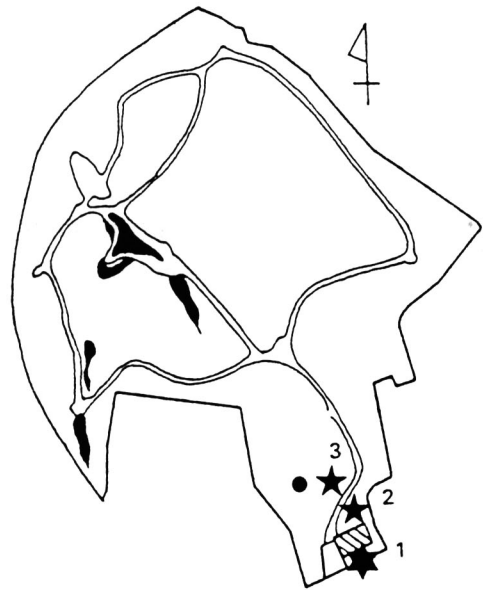
1. 酸性雨測定期間

1996年12月～1997年11月
(年界は12月とした)

2. 測定地点

酸性雨測定地点は、図1に示した。

- ①林外草原地(園内最南端付近)
- ②スダジイ林(樹高約20m, 低木層アオキなど)
- ③コナラ林(樹高約15m, クヌギ, ミズキ混じる。低木層アオキ, アズマネザサなど)



★ : 測定地点 (1. 林外草原地, 2. スダジイ林, 3. コナラ林)
● : 気温, 湿度, 風向風速観測地点

図1 酸性雨測定地点

3. 測定項目と方法

①降雨量

各地点に、転倒マス型雨量計を設置し自記測定した。降雨回数は、降り始めから終わるまでを1回と数え、降雨日数とは異にした。

②雨水のpH値及び導電率

雨水採取は、分取器（堀場製レイン・ゴーランド）を使用し、林外は地上高1m、林内は0.5mに設置した。雨水サンプルは、各1mmを降り始めてから8mmまで分取し、それ以後は降り終わるまでの雨水を一括採取した。採取容器は洗浄により常に清潔を保ち降雨直後にセットした。pHメータ及び導電率計は、それぞれ堀場B-112、堀場B-173を使用、事前に指示値校正を行ってから測定した。

なお、導電率は、雨水の汚れを示す指標として測定した。

③その他、気温・湿度・風向・風速資料については、園内気象観測施設の記録を使用した。

酸性雨測定結果

1997年における酸性雨測定結果については、基礎資料として表1～15に示した。

酸性雨測定結果表のpH値は、1降雨期間毎に降り始めから終わるまでの平均値で示し、月表、季節表、年表に整理した。

雨水の測定pH値は、1降雨量0.5mm以上を対象とし、それ未満は、参考値として示し集計に入っていない。

年間降雨回数は合計62回。この内、pH測定率は欠測がなく100%である。

参 考 文 献

環境庁編. 1993. 酸性雨調査法. ぎょうせい.

菅原十一. 1995. 自然教育園の酸性雨(第1報). 酸性雨の特性について. 自然教育園報告, 26:37-46.

菅原十一. 1997. 自然教育園の酸性雨(第2報). 森林内外の酸性雨について. 自然教育園報告, 28:7-24.

表1 1996年12月・自然教育園酸性雨測定結果〈()：最低pH値〉

期 間	降 雨 回 数	降 雨 到 達 率 %	降 雨 量 mm	降り始め から終わ りまでの 平均pH	平 均 導 電 率 μ s	備 考
12/5.7:30 ~ 19:00		33 52 100	7.0 11.0 21.0	6.0 5.6 5.4(4.6)	260 137 64	並雨 (季節外れS風強し)
12/11. 0:00 ~ 4:00		40 100 100	2.0 5.0 5.0	6.6 5.7 4.7(4.3)	210 84 22	並雨(やや暖目)
12/17.18:00 ~ 12/18. 2:00		38 86 100	8.0 18.0 21.5	6.9 5.3 4.8(4.4)	139 20 22	並雨(暖陽気)
12月 スダジイ林 コナラ林 林外草原地	3 3 3	36 72 100	17.0 34.0 47.5	6.5 5.5 5.0(4.3)	203 80 36	

表2 1997年1月・自然教育園酸性雨測定結果 <(): 最低pH値>

期 間	降雨 回数	降雨 到達 率 %	降雨 量 mm	降り始め から終わ りまでの 平均 p H	平均 導電 率 μ s	備 考
1/2. 5:00 ~ 6:00		0 100 100	0 0.5 0.5	— 7.3 6.3(6.3)	— 169 173	小雨 (S風強し)
1/5. 17:00 ~ 1/6. 1:00		21 72 100	4.0 14.0 19.5	6.4 5.4 5.4(4.6)	260 28 17	並雨 (シトシト雨)
1/24. 17:00~ 24:00		33 60 100	5.0 9.0 15.0	6.7 5.4 5.8(4.6)	140 28 25	並雨 (冷)
1月 スダジイ林 コナラ 林 林外草原地	2 3 3	26 67 100	9.0 23.5 35.0	6.6 5.7 5.8(4.6)	200 75 72	

表3 1997年2月・自然教育園酸性雨測定結果〈():最低pH値〉

期 間	降雨 回数	降雨 到達 率%	降雨 量 mm	降り始め から終わ りまでの 平均pH	平均 導電 率 μS	備 考
2/2. 22:00 ~ 2/3. 6:00		25 75 100	4.0 12.0 16.0	7.3 5.6 5.0(4.6)	365 52 22	並雨
2/16. 0:00 ~ 15:00		23 100 100	3.0 13.0 13.0	6.3 5.6 6.1(5.7)	250 34 17	並雨（シトシト雨）
2月 スタジイ林 コナラ 林 林外草原地	2 2 2	24 86 100	7.0 25.0 29.0	6.8 5.6 5.6(4.6)	307 43 20	

表4 1997年3月・自然教育園酸性雨測定結果 <() : 最低pH値>

期 間	降 雨 回 数	降 雨 到 達 率 %	降 雨 量 mm	降り始め から終わ りまでの 平均 p H	平 均 導 電 率 μS	備 考
3/8. 19:30 ~ 20:00			参考記録 0.5以下	— 7.0 6.8(6.8)	— 440 510	通り雨
3/15. 0:00 ~ 10:00		38 59 100	6.0 9.5 16.0	6.3 5.7 5.3(5.0)	310 46 17	並雨(久々、シトシト雨)
3/16. 0:00~ 18:00		48 76 100	5.0 8.0 10.5	6.4 5.9 6.1(5.8)	194 83 33	並雨(コナラ冬芽割)
3/22. 4:00~ 11:00		18 55 100	3.0 9.0 16.5	6.3 5.4 6.0(5.8)	200 32 25	並雨(ナタネつゆ期)
3/23. 0:00~ 9:00		33 100 100	0.5 1.5 1.5	6.1 4.4 4.4(4.4)	166 90 130	並雨
3/27. 0:00~ 5:00		44 88 100	6.0 12.0 13.5	5.9 5.2 4.9(4.9)	192 53 38	並雨
3/29. 21:00~ 3/30. 3:30		44 93 100	16.0 34.0 36.5	6.5 6.2 6.8(6.1)	200 20 15	並雨(S風)
3月 スダジイ林 コナラ 林 林外草原地	6 6 6	39 78 100	36.5 74.0 94.5	6.2 5.5 5.6(4.4)	210 54 43	

表5 1997年4月・自然教育園酸性雨測定結果 <() : 最低pH値>

期 間	降 雨 回 数	降 雨 到 達 率 %	降 雨 量 mm	降り始め から終わ りまでの 平均pH	平 均 導 電 率 μs	備 考
4/3. 0:00 ~ 24:00		40 80 100	4.0 8.0 10.5	6.3 4.8 4.6(4.3)	200 70 67	並雨
4/5. 0:00 ~ 14:00		27 80 100	4.0 12.0 15.0	6.0 4.6 4.6(4.3)	46 37 27	並雨
4/6. 8:00 ~ 4/7. 21:00		40 76 100	21.0 40.0 52.5	6.6 6.0 5.8(5.2)	85 31 26	並雨
4/19. 3:00 ~ 9:00		31 86 100	1.0 3.0 3.5	5.6 5.4 4.5(4.5)	500 250 91	並雨（コナラ林、緑被率20~30%）
4/23. 10:00 ~ 14:00		0 53 100	0 0.5 1.5	— 5.5 5.7(5.7)	— 200 110	小雨
4/28. 12:00 ~ 24:00		31 61 100	4.0 8.0 13.0	5.8 5.7 5.7(5.7)	260 46 30	小雨
4月 スダジイ林 コナラ林 林外草原地	5 6 6	57 74 100	55.0 71.5 96.0	6.1 5.3 5.1(4.3)	218 105 60	

表6 1997年5月・自然教育園酸性雨測定結果 <() : 最低pH値>

期 間	降雨 回数	降雨 到達 率 %	降雨 量 mm	降り始め から終わ りまでの 平均pH	平均 導 伝 率 μ S	備 考
5/1. 0:00 ~ 2:00			参考値 0.3	4.1	280	
5/3. 12:00 ~ 5/4. 9:00		43 52 100	5.0 6.0 11.5	5.3 5.6 5.4(5.3)	290 142 36	小雨
5/8. 22:00~ 5/9. 7:00		36 41 100	8.0 9.0 22.0	5.1 5.3 5.3(5.2)	200 95 24	並雨
5/13. 20:00~ 5/14. 24:00		21 84 100	4.0 16.0 19.0	5.3 5.7 5.0(5.0)	210 45 28	小雨
5/15. 11:00~ 13:00		50 50 100	0.5 0.5 3.0	6.3 6.3 5.7(5.7)	118 40 20	並雨
5/19. 14:00~ 17:00		13 50 100	0.5 2.0 4.0	5.0 6.0 5.8(5.8)	500 168 33	並雨 (南岸前線寒気流入)
5/22. 1:00~ 5:00		37 75 100	3.0 6.0 8.0	5.3 5.3 4.8(4.3)	260 92 37	強雨
5/24. 10:00~ 5/25. 3:00		32 69 100	29.0 65.0 93.0	5.8 5.8 5.0(5.0)	75 20 13	並雨
5/26. 1:00~ 2:00		25 50 100	1.0 2.0 4.0	5.6 5.3 4.8(4.8)	115 60 43	強雨
5/27. 15:30~ 20:00		31 92 100	8.0 24.0 26.0	6.2 4.6 4.4(4.2)	79 49 45	強雷雨
5月 スタジイ林 コナラ 林 林外草原地	9 9 9	31 69 100	59.0 130.5 190.5	5.5 5.5 5.0(4.2)	183 79 31	

表7 1997年6月・自然教育園酸性雨測定結果 <() : 最低pH値>

期 間	降雨 回数	降雨 到達 率 %	降雨 量 m m	降り始め から終わ りまでの 平均 p H	平均 導電 率 μ s	備 考
6/4. 12:00~ 24:00		29 57 100	2.0 4.0 7.0	6.0 5.9 4.7(4.6)	400 112 50	並雨
6/6. 17:00~ 18:00		46 74 100	8.0 13.0 17.5	5.8 5.3 4.9(4.5)	139 44 29	強雷雨
6/9. 5:00~ 6/10. 3:00		18 41 100	4.0 9.0 22.0	6.1 5.7 4.9(4.2)	130 47 24	冷並雨 (6/9. 関東つゆ入り)
6/11. 3:00~ 13:00		18 36 100	1.0 2.0 5.5	5.6 4.7 4.4(4.0)	137 125 46	並雨
6/18. 14:00~ 6/19 4:00		25 66 100	3.0 8.0 12.0	6.0 6.1 4.9(4.7)	290 75 24	並雨
6/20. 1:00~ 6/21. 16:00		40 73 100	29.0 55.0 74.5	6.2 6.1 5.6(5.6)	56 16 11	台風7号(最早記録)
6/22. 3:00~ 7:00		17 58 100	2.0 7.0 12.0	5.8 5.5 4.6(4.3)	180 60 26	強雨
6/23. 8:00~ 10:00		25 50 100	0.5 1.0 2.0	6.4 6.0 5.8(5.8)	177 100 31	小雨
6/28. 15:00~ 24:00		41 69 100	6.0 10.0 14.5	6.1 6.2 5.7(5.0)	210 101 35	強雨(台風8S強風)
6月 スダジイ林 コナラ 林 林外草原地	9 9 9	33 65 100	55.0 109.0 167.0	6.0 5.7 4.9(4.0)	159 77 31	

表8 1997年7月・自然教育園酸性雨測定結果 <() : 最低pH値>

期 間	降雨 回数	降雨 到達 率%	降雨 量 mm	降り始め から終わ りまでの 平均pH	平均 導電 率 μ S	備 考
7/10. 5:00~ 7/11. 11:00		15 36 100	4.0 10.0 27.5	6.1 5.5 4.8(4.0)	160 83 38	並雨
7/12. 6:00~ 15:00		27 62 100	6.0 14.0 22.5	6.2 5.6 4.4(4.3)	65 30 25	強雨
7/17. 17:00~ 21:00		30 70 100	6.0 14.0 20.0	5.8 5.9 4.5(4.2)	112 62 22	強雨
7/26. 16:00~ 24:00		36 72 100	12.0 24.0 33.0	7.0 5.9 5.7(5.4)	99 24 24	強風(台風9号)
7/27. 23:30~ 7/28. 0:30		29 50 100	2.0 3.5 7.0	7.3 7.3 4.8(4.3)	87 70 62	並雨
7/30. 7:00~ 24:00		18 55 100	11.0 34.0 62.5	6.9 6.2 4.8(4.7)	53 48 41	強雨
7月 スタジイ林 コナラ林 林外草原地	6 6 6	24 58 100	41.0 99.5 172.5	6.5 6.1 4.8(4.0)	96 53 35	

表9 1997年8月・自然教育園酸性雨測定結果〈()：最低pH値〉

期 間	降 雨 回 数	降 雨 到 達 率 %	降 雨 量 mm	降り始め から終わりまでの 平均pH	平 均 導 電 率 μs	備 考
8/5. 14:00 ~ 20:00		36 43 100	2.5 3.0 7.0	6.1 6.6 4.4(4.3)	260 139 28	小雨
8/8. 7:00~ 8:00		— 50 100	0 0.5 1.0	— 6.3 5.8(5.8)	— 270 68	小雨
8/14. 0:00~ 8:30		30 60 100	2.0 4.0 6.5	5.6 5.0 3.9(3.9)	237 94 92	強雨 (アサガオ斑点被害)
8/15. 11:00~ 13:00		— 66 100	0 1.0 1.5	— 5.8 6.2(6.1)	— 125 66	小雨
8/23. 15:00~ 8/24. 0:30		40 67 100	31.0 53.0 79.0	6.3 4.4 4.0(3.8)	95 82 57	強雷雨
8/25. 23:30~ 24:00		40 71 100	1.5 2.5 3.5	6.5 6.7 5.3(5.0)	220 117 85	小雨
8月 スグジイ林 コナラ林 林外草原地	4 6 6	39 67 100	37.0 64.0 95.5	6.1 5.7 4.9(3.8)	234 152 66	

表10 1997年9月・自然教育園酸性雨測定結果 <(): 最低pH値>

期 間	降 雨 回 数	降 雨 到 達 率 %	降 雨 量 mm	降り始め から終わ りまでの 平均pH	平 均 導 電 率 μs	備 考
9/3. 20:30 ~ 22:30		41 81 100	9.0 18.0 22.0	6.6 6.1 4.3(4.1)	167 95 24	強雷雨
9/4. 15:00 ~ 18:00		34 82 100	5.0 12.0 14.5	6.3 5.5 4.1(4.0)	91 66 56	強雨
9/7. 4:00 ~ 5:00		— 66 100	0 1.0 1.5	— 7.0 7.0(7.0)	— 82 68	小雨
9/8. 9:50 ~ 9/9 12:00		28 50 100	14.0 25.0 50.5	6.7 6.8 5.0(4.9)	73 33 14	強雷雨 (断続的)
9/12. 21:00~ 22:00			参考値 0.5	6.7	117	小雨
9/14. 23:00~ 9/17. 5:00		27 64 100	8.0 19.0 29.5	5.6 5.6 5.0(4.7)	90 70 26	並雨 (台風9前線刺激)
9/18. 10:00~ 9/19. 9:00		22 50 100	8.0 18.0 35.5	6.4 6.2 4.9(4.8)	67 25 12	長い並雨 (台風20号)
9/21. 0:00~ 9:00		20 40 100	0.5 1.0 2.5	7.1 6.6 5.7(5.7)	300 220 109	小雨
9/23. 9:00~ 15:00		42 58 100	4.0 5.5 9.5	6.3 5.6 4.8(4.8)	151 81 13	並雨
9/26. 5:00~ 13:00		21 51 100	5.0 12.0 23.5	6.1 6.1 4.9(4.8)	82 78 18	並雨
9月 スダジイ林 コナラ 林 林外草原地	8 9 9	24 61 100	45.5 111.5 189.0	6.4 6.2 4.9(4.0)	127 91 38	

表11 1997年10月・自然教育園酸性雨測定結果〈()：最低pH値〉

期 間	降 雨 回 数	降 雨 到 達 率 %	降 雨 量 mm	降 り 始 め か ら 終 わ り ま で の 平 均 p H	平 均 導 電 率 μ s	備 考
10/4. 13:00～ 10/5. 8:00		40 65 100	8.0 13.0 20.0	6.5 6.2 5.1(5.0)	145 91 20	並雨
10/28. 20:00 ～22:00		— — 100	0 0 1.0	— — 5.8(5.8)	— — 165	小雨
10月 スタジイ林 コナラ 林 林外草原地	1 1 2	40 65 100	8.0 13.0 21.0	6.5 6.2 5.3(5.0)	145 91 92	

表12 1997年11月・自然教育園酸性雨測定結果 <() : 最低pH値>

期 間	降雨 回数	降雨 到達 率 %	降雨 量 mm	降り始め から終わ りまでの 平均 p H	平均 導電 率 μ s	備 考
11/13. 6:30~ 7:30			参考値 0.3	5.9	94	霧雨
11/14. 0:00~ 8:00			参考値 0.3	6.7	109	霧雨
11/14. 15:00 ~24:00		36 62 100	3.5 5.0 8.0	6.7 6.6 5.0(4.9)	590 83 32	並雨
11/16. 23:00 ~ 11/17. 16:00		41 61 100	10.5 15.5 25.5	6.3 6.3 5.6(5.3)	165 62 16	並雨 (久々の雨)
11/20. 15:30 ~ 11/22. 7:00		42 60 100	3.0 4.0 7.0	7.1 6.7 5.7(5.6)	250 106 40	小雨
11/26. 10:00 ~20:00		32 88 100	7.0 19.0 22.0	6.8 6.6 5.0(4.9)	148 71 41	並雨
11/29. 3:00 ~22:00		42 75 100	40.0 75.0 95.5	6.5 5.7 4.5(4.1)	66 40 20	並雨 (冷)
11月 スタジイ林 コナラ 林 林外草原地	5 5 5	40 75 100	64.0 118.5 158.0	6.7 6.4 5.0(4.1)	243 72 29	

表13 暖候（着葉）季の酸性雨〈（ ）：最低pH値〉

期 間	降 雨 回 数	降 雨 到 達 率 %	降 雨 量 mm	降 り 始 め か ら 終 わ り ま で の 平 均 p H	平 均 導 電 電 率 μ S	備 考
1997年 4月	5	57	55.0	6.1	218	
	6	74	71.5	5.3	105	
	6	100	96.0	5.1(4.3)	60	
1997年 5月	9	31	59.0	5.5	183	
	9	69	130.5	5.5	79	
	9	100	190.5	5.0(4.2)	31	
1997年 6月	6	33	55.0	6.0	159	
	6	65	109.0	5.7	77	
	6	100	167.0	4.9(4.0)	31	
1997年 7月	6	24	41.0	6.5	96	
	6	58	99.5	6.1	53	
	6	100	172.5	4.8(4.0)	35	
1997年 8月	4	39	37.0	6.1	234	
	6	67	64.0	5.7	152	
	6	100	95.5	4.9(3.8)	66	
1997年 9月	8	24	5.5	6.4	127	
	9	61	111.5	6.2	91	
	9	100	189.0	4.9(4.0)	38	
1997年 10月	1	40	8.0	6.5	145	
	1	65	13.0	6.2	91	
	2	100	21.0	5.3(5.0)	92	
1997年 11月	5	40	64.0	6.7	243	
	5	75	118.0	6.4	72	
	5	100	158.0	5.0(4.1)	29	
スダジイ林 コナラ林 林外草原地	44	30	324.5	6.2	175	
	48	66	717.0	5.9	90	
	49	100	1089.5	5.0(3.8)	39	

表14 寒候（落葉）季の酸性雨〈（ ）：最低pH値〉

期 間	降雨 回数	降雨 到達 率%	降雨 量 mm	降り始め から終わ りまでの 平均pH	平均 導電 率 μ S	備 考
1996年 12月	3	36	17.0	6.5	203	
	3	72	34.0	5.5	80	
	3	100	47.0	5.0(4.3)	36	
1997年 1月	2	26	9.0	6.6	200	
	2	90	31.5	5.7	75	
	2	100	35.0	5.8(4.6)	36	
1997年 2月	2	24	7.0	6.8	307	
	2	86	25.0	5.6	43	
	2	100	29.0	5.6(4.6)	20	
1997年 3月	6	39	36.5	6.2	210	
	6	90	74.0	5.5	54	
	6	100	94.5	5.6(4.4)	43	
スタジイ林 コナラ林 林外草原地	13	31	69.5	6.3	230	
	13	85	174.5	5.6	63	
	13	100	205.5	5.5(4.3)	34	

表15 自然教育園の酸性雨〈（ ）：最低pH値〉

期 間	降雨 回数	降雨 到達 率%	降雨 量 mm	降り始め から終わ りまでの 平均pH	平均 導電 率 μ S	備 考
寒候落葉季 '96年12月～ '97年3月	13	31	69.5	6.3	230	
	13	85	174.5	5.6	63	
	13	100	205.5	5.5(4.3)	34	
暖候着葉季 '97年4月～ 11月	44	30	324.5	6.2	175	
	48	65	717.0	5.9	90	
	49	100	1089.5	5.0(3.8)	39	
スタジイ林 コナラ林 林外草原地	57	31	394.0	6.2	203	
	61	75	891.5	5.7	76	
	62	100	1294.0	5.2(3.8)	35	