

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

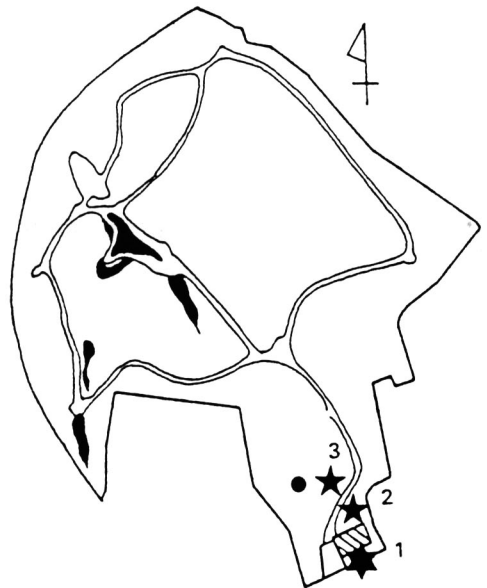
1. 酸性雨測定期間

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 p H	平 均 導 電 率 μs	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・自然数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
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 スダジイ林 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 μ S	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 μ S	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 μs	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 スダジイ林 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 p H	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 スダジイ林 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 p H	平均 導 電 率 μ S	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 p H	平 均 導 電 率 μ s	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・自然数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
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 スダジイ林 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 μS	備 考
1997年 4月	5 6 6	57 74 100	55.0 71.5 96.0	6.1 5.3 5.1(4.3)	218 105 60	
1997年 5月	9 9 9	31 69 100	59.0 130.5 190.5	5.5 5.5 5.0(4.2)	183 79 31	
1997年 6月	6 6 6	33 65 100	55.0 109.0 167.0	6.0 5.7 4.9(4.0)	159 77 31	
1997年 7月	6 6 6	24 58 100	41.0 99.5 172.5	6.5 6.1 4.8(4.0)	96 53 35	
1997年 8月	4 6 6	39 67 100	37.0 64.0 95.5	6.1 5.7 4.9(3.8)	234 152 66	
1997年 9月	8 9 9	24 61 100	5.5 111.5 189.0	6.4 6.2 4.9(4.0)	127 91 38	
1997年 10月	1 1 2	40 65 100	8.0 13.0 21.0	6.5 6.2 5.3(5.0)	145 91 92	
1997年 11月	5 5 5	40 75 100	64.0 118.0 158.0	6.7 6.4 5.0(4.1)	243 72 29	
スタジオ林 コナラ林 林外草原地	44 48 49	30 66 100	324.5 717.0 1089.5	6.2 5.9 5.0(3.8)	175 90 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 p H	平均 導 電 率 μS	備 考
1 9 9 6 年 1 2 月	3	36	17.0	6.5	203	
	3	72	34.0	5.5	80	
	3	100	47.0	5.0(4.3)	36	
1 9 9 7 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	
1 9 9 7 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	
1 9 9 7 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	
スダジイ林 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 p H	平均 導 電 率 μS	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	
スダジイ林 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	