

(資料) 平成5年度 酸性雨調査状況について

理化学課 大気担当

平成5年3月29日から平成6年3月28日までの間、毎週1週間ごとに環境庁で定められたろ過式による雨水調査を行った。詳細については表1-1、表1-2に示した。

1. 調査地点の概況

(1) 福岡市衛生試験所

福岡市のやや東より、市街地から約1~2km離れた商店・住宅の中に位置する。北約200mに鹿児島本線、西約300mに国道201号線が走る。

(2) 福岡市国民宿舎千石荘

福岡市の南西部に位置し、周囲は数百mの山で囲まれている清浄な山間地域である。

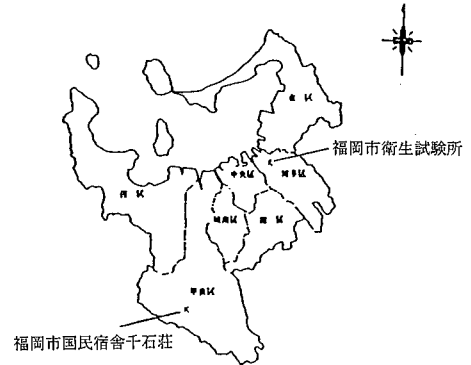


表1-1 衛生試験所屋上

採取期間	降水量 mm	pH	EC μS/cm	H mg/l	Na mg/l	NH ₄ mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	Cl mg/l	NO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l
3月29日~4月5日	2.9	5.06	31.7	8.7	2.16	0.70	0.20	0.30	0.92	4.53	2.20	3.21
4月5日~4月12日	2.9	6.38	48.2	0.4	4.83	1.03	0.63	0.73	2.58	9.17	2.10	4.82
4月12日~4月19日	0.0	5.38	14.0	4.2	0.48	0.32	0.26	0.13	0.77	0.70	1.45	0.98
4月19日~4月26日	21.5	4.90	21.5	12.6	0.64	0.61	0.10	0.12	0.88	1.00	1.40	3.11
4月26日~5月3日	141.3	5.20	8.8	6.3	0.22	0.16	0.04	0.03	0.19	0.42	0.32	0.79
5月3日~5月10日	38.1	4.19	34.6	64.6	1.80	0.63	0.12	0.24	0.49	4.52	1.35	3.59
5月10日~5月17日	3.8	4.63	17.6	23.4	0.93	0.43	0.16	0.14	0.55	1.89	1.04	1.95
5月17日~5月24日	26.0	4.56	15.9	27.5	0.30	0.51	0.05	0.08	0.62	0.83	1.03	2.30
5月24日~5月31日	7.4	5.46	12.5	3.5	0.38	0.58	0.17	0.07	1.13	0.75	1.37	1.80
5月31日~6月7日	15.3	5.45	12.8	3.5	0.77	0.55	0.18	0.10	0.72	1.50	0.67	1.66
6月7日~6月14日	18.6	4.99	18.3	10.2	0.71	0.28	0.13	0.12	1.09	1.65	1.45	2.53
6月14日~6月21日	52.2	4.92	13.6	12.0	0.17	0.67	0.10	0.04	0.25	0.55	0.98	2.02
6月21日~6月28日	133.2	4.96	11.8	11.0	0.28	0.28	0.15	0.04	0.20	0.81	0.66	1.60
6月28日~7月5日	217.1	4.90	8.7	12.6	0.16	0.20	0.08	0.03	0.15	0.47	0.44	0.85
7月5日~7月12日	20.3	4.49	19.9	32.4	0.17	0.57	0.11	0.04	0.32	0.65	1.65	1.96
7月12日~7月19日	58.5	4.74	15.6	18.2	0.20	0.69	0.10	0.04	0.27	0.44	0.80	2.17
7月19日~7月26日	9.9	4.91	17.7	12.3	0.49	0.56	0.11	0.10	1.06	1.13	2.36	1.88
7月26日~8月2日	125.6	5.14	10.3	7.2	0.29	0.33	0.08	0.05	0.40	0.77	0.42	1.33
8月2日~8月9日	9.3	4.78	18.6	16.6	0.43	0.89	0.13	0.09	0.74	1.56	1.51	2.42
8月9日~8月16日	99.6	5.22	8.1	6.0	0.28	0.15	0.06	0.08	0.61	0.47	0.45	0.95
8月16日~8月23日	258.1	5.01	5.8	9.8	0.11	0.13	0.04	0.03	0.08	0.26	0.19	0.52
8月23日~8月30日	26.7	5.75	10.0	1.8	0.51	0.65	0.07	0.05	0.38	0.43	0.94	1.55
8月30日~9月6日	89.3	4.58	28.6	26.3	2.19	0.22	0.14	0.26	0.25	4.54	0.69	1.95
9月6日~9月13日	37.2	4.61	19.8	24.5	0.61	0.35	0.01	0.10	0.33	1.26	0.99	2.01
9月13日~9月20日	37.7	5.02	7.5	9.5	0.17	0.20	0.05	0.03	0.23	0.30	0.48	0.72
9月20日~9月27日	6.8	5.05	16.8	8.9	0.32	0.97	0.05	0.07	0.66	0.88	1.80	2.25
9月27日~10月4日	52.5	4.46	21.8	34.7	0.29	0.37	0.01	0.03	0.16	0.99	0.96	2.34
10月4日~10月12日	56.5	6.19	9.3	0.6	0.18	0.23	0.02	0.04	0.58	0.40	0.74	1.21
10月12日~10月18日	0.4	4.95	14.7	11.2	0.28	0.26	0.07	0.08	0.63	0.52	1.74	1.19
10月18日~10月25日	0.0	5.22	13.3	6.0	0.63	0.28	0.09	0.08	0.64	0.95	1.32	1.44
10月25日~11月1日	10.4	5.62	61.1	2.4	5.05	1.64	0.22	0.53	1.72	8.66	2.46	6.63
11月1日~11月8日	21.8	4.44	29.6	36.3	0.54	0.92	0.07	0.09	0.43	0.87	2.39	3.90
11月8日~11月15日	76.3	4.91	9.8	12.3	0.16	0.24	0.03	0.03	0.22	0.40	0.65	1.15
11月15日~11月22日	17.1	4.49	38.1	32.4	1.28	1.21	0.09	0.18	0.46	2.46	2.06	4.06
11月22日~11月29日	6.6	5.00	67.1	10.0	6.89	1.27	0.37	0.08	1.25	11.80	1.73	6.02
11月29日~12月6日	21.0	5.36	20.5	4.4	1.28	0.08	0.06	0.18	0.52	1.92	0.90	2.38
12月6日~12月13日	8.1	5.31	28.6	4.9	1.53	1.38	0.15	0.25	0.64	3.39	1.90	3.38
12月13日~12月20日	20.5	4.65	30.2	22.4	1.99	0.91	0.09	0.30	0.46	4.69	1.49	2.66
12月20日~12月27日	4.6	5.53	121.0	3.0	14.38	1.97	1.25	2.31	4.06	31.58	3.89	10.16
12月27日~1月4日	11.7	5.22	54.7	6.0	5.05	1.38	0.29	0.74	1.46	12.74	2.03	5.15
1月4日~1月10日	0.0	4.81	18.2	15.5	1.01	0.85	0.13	0.17	0.52	2.90	1.41	1.80
1月10日~1月17日	27.9	4.96	33.2	11.0	2.22	1.31	0.14	0.36	0.93	4.46	2.41	4.15
1月17日~1月24日	21.9	4.36	51.5	43.7	3.84	1.03	0.22	0.50	0.67	8.35	2.89	4.69
1月24日~1月31日	7.8	5.07	47.9	8.5	4.19	1.32	0.22	0.63	1.44	9.43	3.20	4.25
1月31日~2月7日	13.4	4.96	30.4	11.0	1.66	1.32	0.17	0.28	0.63	3.99	1.92	3.60
2月7日~2月14日	37.3	5.39	61.8	4.1	6.81	0.84	0.32	1.10	1.66	16.51	1.54	5.30
2月14日~2月21日	41.0	4.84	18.4	14.5	0.48	0.83	0.05	0.12	0.50	1.16	1.11	2.46
2月21日~2月28日	0.2	5.52	34.3	3.0	3.97	0.37	0.23	0.49	0.76	9.37	0.68	1.90
2月28日~3月7日	4.5	6.14	51.3	0.7	3.20	2.17	0.31	0.52	2.05	7.16	3.50	8.09
3月7日~3月14日	27.7	5.55	15.0	2.8	0.53	0.87	0.06	0.13	0.71	1.14	0.98	2.34
3月14日~3月21日	0.4	6.46	20.4	0.3	2.01	0.66	0.16	0.15	0.74	2.43	1.92	1.68
3月21日~3月28日	20.7	6.17	29.1	0.7	2.28	0.52	0.23	0.38	1.53	4.99	1.16	3.69
年間合計	1970	.....	.....	676	91	37	8	13	41	195	76	147
単純平均	.....	5.11	26.5	13.0	1.76	0.71	0.16	0.25	0.79	3.74	1.46	2.82

表1-2 国民宿舎千石荘屋上

採取期間	降水量 mm	pH	EC μ S/cm	H mg/l	Na mg/l	NH ₄ mg/l	K mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l	Cl mg/l	NO ₃ mg/l	SO ₄ mg/l
3月29日～4月5日	5.0	4.41	36.6	38.9	1.97	0.32	0.20	0.29	0.52	4.56	1.83	2.65
4月5日～4月12日	4.1	6.46	49.9	0.3	5.14	0.27	0.55	0.75	2.77	10.25	1.25	3.48
4月12日～4月19日	0.0	5.31	14.4	4.9	0.48	0.14	0.14	0.12	0.79	0.69	1.35	0.91
4月19日～4月26日	33.0	6.91	26.1	0.1	0.50	1.93	0.69	0.15	0.81	0.97	0.90	2.73
4月26日～5月3日	123.4	5.41	9.4	3.9	0.33	0.34	0.10	0.04	0.17	0.75	0.16	0.90
5月3日～5月10日	75.5	4.30	20.5	50.1	0.76	0.05	0.08	0.12	0.24	1.70	0.21	1.92
5月10日～5月17日	21.5	4.56	16.2	27.5	0.93	0.00	0.08	0.13	0.47	1.83	0.00	1.61
5月17日～5月24日	14.6	4.41	18.6	38.9	0.56	0.57	0.28	0.05	0.32	0.92	0.57	2.24
5月24日～5月31日	19.2	4.43	22.2	37.2	0.33	0.95	0.23	0.09	0.30	0.92	1.32	2.59
5月31日～6月7日	53.1	4.79	8.1	16.2	0.22	0.01	0.01	0.04	0.08	0.57	0.01	0.43
6月7日～6月14日	17.3	4.68	13.9	20.9	0.43	0.01	0.03	0.08	0.37	1.34	0.01	1.56
6月14日～6月21日	60.4	4.80	8.8	15.8	0.14	0.01	0.01	0.03	0.20	0.43	0.01	0.78
6月21日～6月28日	95.4	4.86	9.2	13.8	0.30	0.01	0.04	0.06	0.13	0.72	0.01	0.89
6月28日～7月5日	287.1	5.04	7.9	9.1	0.16	0.01	0.01	0.04	0.04	0.48	0.01	0.42
7月5日～7月12日	45.9	5.01	8.8	9.8	0.24	0.20	0.15	0.03	0.21	0.62	0.62	0.61
7月12日～7月19日	30.4	4.81	16.2	15.5	0.28	0.48	0.13	0.05	0.14	0.68	0.74	1.69
7月19日～7月26日	3.2	4.92	15.6	12.0	0.83	0.34	0.25	0.12	0.42	1.76	1.82	1.09
7月26日～8月2日	144.3	5.28	10.9	5.2	1.05	0.07	0.08	0.18	0.13	2.30	0.32	0.86
8月2日～8月9日	21.4	4.69	13.3	20.4	0.46	0.20	0.10	0.11	0.23	1.13	0.89	1.17
8月9日～8月16日	145.0	5.06	8.3	8.7	0.57	0.01	0.04	0.12	0.08	1.24	0.15	0.48
8月16日～8月23日	310.5	5.24	3.9	5.8	0.10	0.05	0.02	0.04	0.09	0.25	0.16	0.30
8月23日～8月30日	17.9	4.95	13.2	11.2	0.63	0.58	0.23	0.12	0.26	1.25	0.74	1.52
8月30日～9月6日	170.9	4.81	26.9	15.5	2.96	0.12	0.11	0.38	0.18	6.28	0.30	1.34
9月6日～9月13日	36.2	4.55	21.0	28.2	1.10	0.05	0.08	0.15	0.12	2.44	0.55	1.41
9月13日～9月20日	77.8	5.03	5.3	9.3	0.10	0.01	0.01	0.02	0.09	0.22	0.21	0.46
9月20日～9月27日	10.5	4.86	9.0	13.8	0.20	0.01	0.07	0.03	0.22	0.46	0.57	0.80
9月27日～10月4日	47.5	4.57	14.2	26.9	0.16	0.04	0.01	0.03	0.05	0.57	0.45	1.20
10月4日～10月12日	67.7	4.97	6.3	10.7	0.12	0.01	0.06	0.05	0.13	0.36	1.17	0.32
10月12日～10月18日	0.7	5.64	5.8	2.3	0.16	0.00	0.05	0.04	0.35	0.48	0.44	0.42
10月18日～10月25日	0.4	5.28	8.5	5.2	0.41	0.01	0.06	0.07	0.37	0.69	0.61	0.82
10月25日～11月1日	47.4	4.69	29.4	20.4	2.10	0.22	0.13	0.28	0.41	3.67	0.75	2.49
11月1日～11月8日	31.7	4.32	21.3	47.9	0.22	0.21	0.05	0.04	0.15	0.34	1.44	1.99
11月8日～11月15日	86.1	4.76	9.2	17.4	0.10	0.03	0.21	0.01	0.12	0.33	0.37	0.84
11月15日～11月22日	24.4	4.48	33.4	33.1	1.24	0.10	0.07	0.15	0.24	2.11	0.84	2.34
11月22日～11月29日	7.6	4.41	65.4	38.9	6.42	0.35	0.28	0.70	0.55	10.44	1.05	5.68
11月29日～12月6日	29.4	4.73	16.7	18.6	0.68	0.04	0.06	0.04	0.16	0.96	0.51	1.36
12月6日～12月13日	13.8	4.99	23.4	10.2	1.32	0.23	0.14	0.23	1.15	2.67	1.52	2.98
12月13日～12月20日	35.6	4.43	23.7	37.2	1.15	0.28	0.08	0.17	0.23	2.50	1.25	1.95
12月20日～12月27日	15.6	4.64	72.1	22.9	7.63	1.00	0.75	1.26	2.10	18.08	2.26	6.35
12月27日～1月4日	25.1	4.40	40.8	39.8	3.11	0.43	0.18	0.42	0.54	7.40	1.42	3.65
1月4日～1月10日	0.0	4.69	7.3	20.4	0.43	0.07	0.05	0.11	0.25	1.03	0.88	0.71
1月10日～1月17日	63.5	4.41	33.2	38.9	2.09	0.49	0.16	0.32	0.60	4.19	2.24	2.97
1月17日～1月24日	29.8	4.34	41.0	45.7	3.32	0.28	0.18	0.45	0.49	6.93	1.62	3.31
1月24日～1月31日	8.4	4.67	33.5	21.4	2.92	0.11	0.18	0.46	0.78	6.02	1.52	2.47
1月31日～2月7日	39.1	4.56	17.1	27.5	0.47	0.02	0.04	0.08	0.14	1.14	0.46	1.27
2月7日～2月14日	47.4	5.73	55.2	1.9	6.32	0.16	0.29	1.03	2.04	15.08	1.30	4.97
2月14日～2月21日	48.0	4.65	15.1	22.4	0.35	0.06	0.11	0.08	0.28	0.85	0.66	1.22
2月21日～2月28日	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測
2月28日～3月7日	2.1	5.39	28.1	4.1	2.23	0.50	0.38	0.29	1.06	4.30	1.65	3.22
3月7日～3月14日	43.9	4.87	16.5	13.5	0.75	0.11	0.18	0.12	0.66	1.44	0.70	2.05
3月14日～3月21日	0.6	6.06	32.3	0.9	2.93	0.24	0.45	0.33	1.60	5.34	3.00	3.07
3月21日～3月28日	24.5	5.96	34.4	1.1	3.49	0.38	0.32	0.54	1.59	7.46	1.53	3.80
年間合計	2564	.....	.....	963	71	12	8	11	25	149	44	96
単純平均	.....	4.93	21.5	18.9	1.39	0.24	0.16	0.21	0.50	2.92	0.87	1.89

千石荘の平成5年2月21日～2月28日の1週間は欠測。

雨水はろ過式により採取し、ロート・フィルターホルダー等を300mlの蒸留水で洗浄し、雨水と洗浄水を合わせて分析した。

2. 調査結果の概要

(1) 降雨量

年間降雨量は衛生試験所 1970 mm, 千石荘 2564 mmで平年よりやや多かった。

(2) pH

年間加重平均値で衛生試験所 pH 4.87, 千石荘 pH 4.81であり, pHの年間変動は, 春季に高くなる傾向を示した。2地点におけるpHの月別加重平均, 年加重平均および月別加重平均値のグラフを表2, 図1に示した。

表2 pH月別加重平均・年加重平均

衛生試験所屋上 '93 4月 ~ '94 3月

月	加重平均	第1週	第2週	第3週	第4週	第5週
4月	4.96	5.06	6.38	5.38	4.90	
5月	4.71	5.20	4.19	4.63	4.56	5.46
6月	4.97	5.45	4.99	4.92	4.96	
7月	4.90	4.90	4.49	4.74	4.91	5.14
8月	5.07	4.78	5.22	5.01	5.75	
9月	4.67	4.58	4.61	5.02	5.05	
10月	4.77	4.46	6.19	4.95	5.22	
11月	4.75	5.62	4.44	4.91	4.49	5.00
12月	4.95	5.36	5.31	4.65	5.53	
1月	4.69	5.22	4.81	4.96	4.36	5.07
2月	5.01	4.96	5.39	4.84	5.52	
3月	5.75	6.14	5.55	6.46	6.17	

千石荘屋上 '93 4月 ~ '94 3月

月	加重平均	第1週	第2週	第3週	第4週	第5週
4月	5.32	4.41	6.46	5.31	6.91	
5月	4.62	5.41	4.30	4.56	4.41	4.43
6月	4.81	4.79	4.68	4.80	4.86	
7月	5.07	5.04	5.01	4.81	4.92	5.28
8月	5.13	4.69	5.06	5.24	4.95	
9月	4.81	4.81	4.55	5.03	4.86	
10月	4.76	4.57	4.97	5.64	5.28	
11月	4.59	4.69	4.32	4.76	4.48	4.41
12月	4.60	4.73	4.99	4.43	4.64	
1月	4.40	4.40	4.69	4.41	4.34	4.67
2月	4.78	4.56	5.73	4.65	欠測	
3月	5.05	5.39	4.87	6.06	5.96	

※年加重平均 pH 4.87 年間降雨量 1970 mm

※年加重平均 pH 4.81 年間降雨量 2564 mm

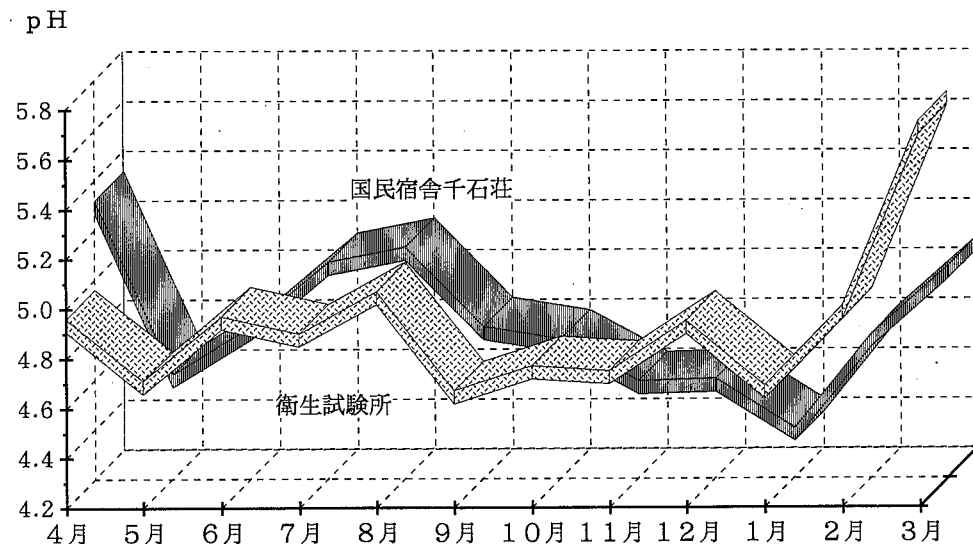


図1 pH月別加重平均値のグラフ

(3) イオン成分の特徴

① pH

'93. 4/1, 4/3, 4/4, 4/8, 4/14, 5/11, '94. 2/21, 3/4, 3/13, 3/17, 3/19, 3/23に福岡市で黄砂 (Ca²⁺の高い砂塵) の飛来が観測された。衛生試験所および千石荘 '93. 4/5 ~ 4/12, '94. 2/28 ~ 3/7の週 (表1, 2) のCa²⁺量が増え, pHが6以上と高く黄砂の影響が確認された。

② 海塩成分

夏季のイオン成分の降下量の特徴として、台風の風による海塩の影響で Na^+ 、 Cl^- が高く、冬季においては、季節風の影響のため Na^+ 、 Cl^- が高い傾向にある。

また、衛生試験所イオン成分降下量（表3）および千石荘イオン成分降下量（表4）を比較すると、年総降下量 Na^+ 、 Cl^- は、都市部より山間部の方が多く、今後検討する必要がある。

③ 都市汚染の指標

季節別イオン成分降下量の NH_4^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} において、降水に占めるこれらの成分は、都市部は高く、山間部は低い傾向にあり、汚染の指標になるものと思われる（図2）。

図3-1～4および図4-1～4にそれぞれの季節別イオン成分降下量の組成を示した。

3 おわりに

現在、実施している調査を継続していくことは当然のことであるが、酸性雨発生の原因物質については、国内の人為的発生源や自然からの酸性物質、あるいは大陸からの酸性物質の長距離輸送によって寄与している可能性は否定できない。よって、降水酸性化とこれらの発生源寄与率についても調査・検討を行う必要がある。

表3 衛生試験所 イオン成分降下量（総 meq/m²）

季節	開始月日	終了月日	雨量	EC	H ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
春季	93 3 29	93 6 28	463.2	5.4	5.92	8.18	8.18	1.09	7.25	2.39	12.89	5.02	14.54
夏季	93 6 28	93 9 27	996.1	11.1	12.49	17.04	14.63	1.82	13.06	5.22	24.15	8.29	23.33
秋季	93 9 27	93 12 27	295.8	4.9	3.00	10.82	6.74	0.49	5.97	2.71	14.20	4.42	11.04
冬季	93 12 27	94 3 28	214.5	7.2	2.32	24.02	10.97	0.89	10.16	7.37	35.70	5.68	16.18
年	93 3 29	94 3 28	1970.0	28.6	23.73	60.06	40.52	4.29	36.44	17.69	86.94	23.41	65.09

表4 千石荘 イオン成分降下量（総 meq/m²）

季節	開始月日	終了月日	雨量	EC	H ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
春季	93 3 29	93 6 28	522.5	5.9	9.36	8.50	5.50	1.22	5.71	2.87	12.49	1.54	11.69
夏季	93 6 28	93 9 27	1301.1	13.6	12.56	39.56	5.15	1.73	6.93	12.12	56.64	4.89	18.04
秋季	93 9 27	93 12 27	407.9	6.0	7.22	13.11	2.50	1.17	4.78	3.67	17.78	4.86	10.57
冬季	93 12 27	94 3 28	332.4	9.3	6.88	31.13	3.72	1.39	12.27	9.28	44.56	6.26	17.56
年	93 3 29	94 3 28	2563.9	34.8	36.02	92.30	16.87	5.51	29.69	27.94	131.47	17.55	57.86

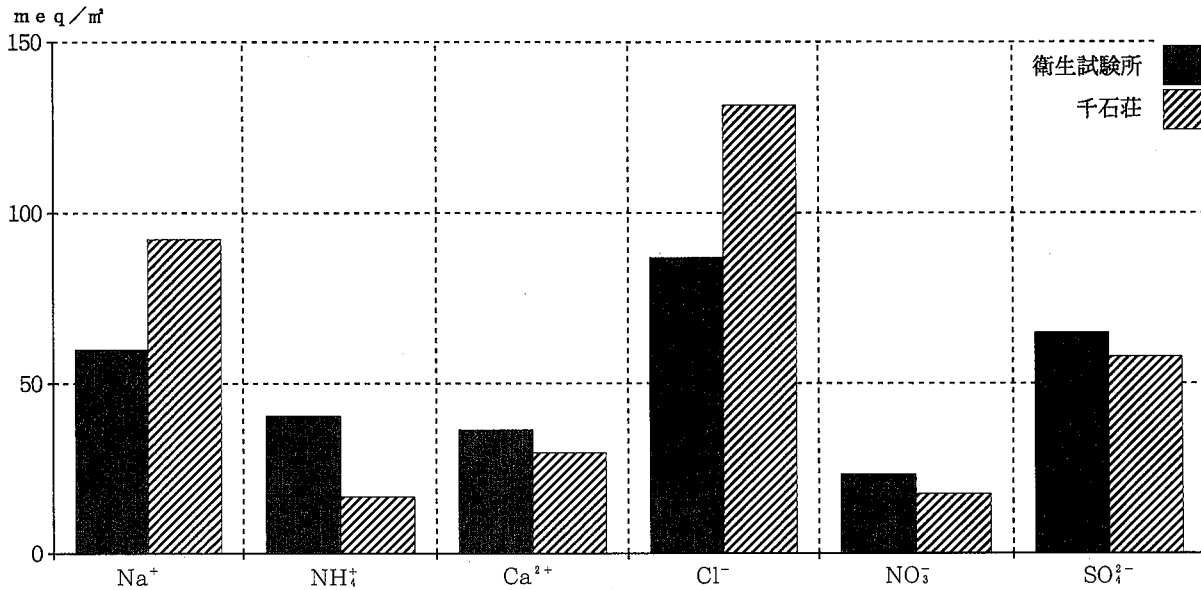


図2 年間降下量のグラフ

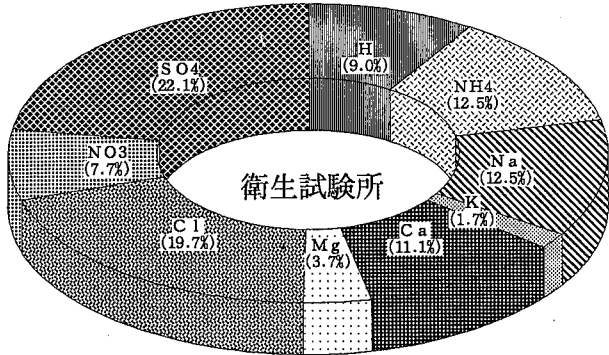


図 3-1 春季イオン成分降下量

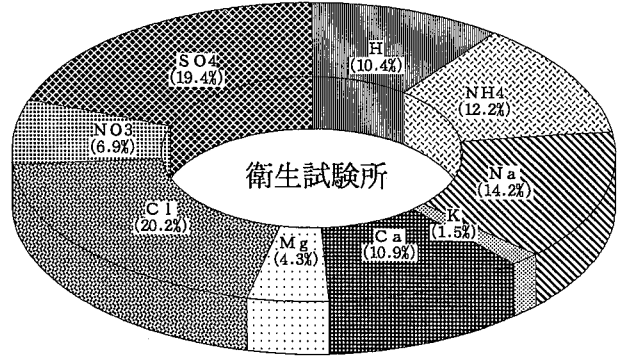


図 3-2 夏季イオン成分降下量

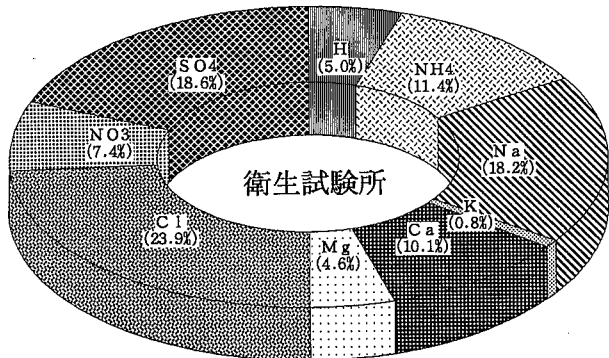


図 3-3 秋季イオン成分降下量

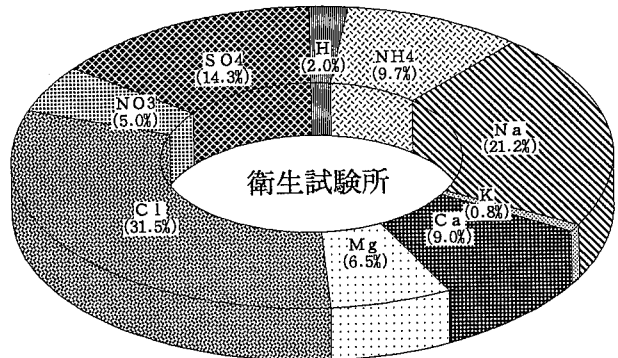


図 3-4 冬季イオン成分降下量

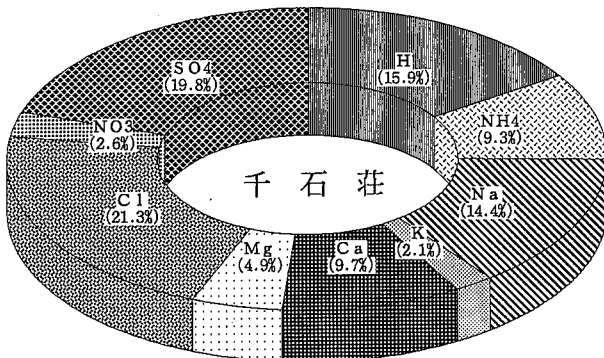


図 4-1 春季イオン成分降下量

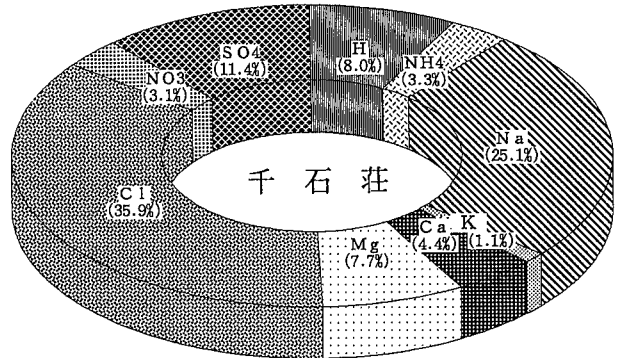


図 4-2 夏季イオン成分降下量

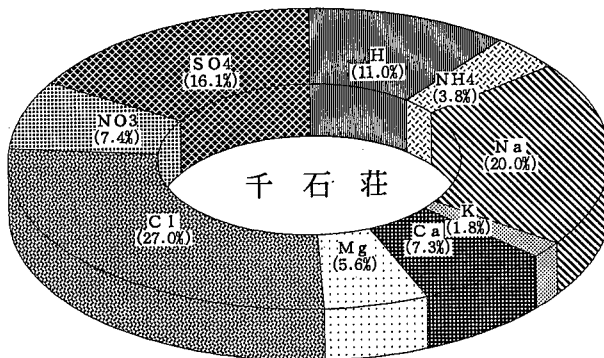


図 4-3 秋季イオン成分降下量

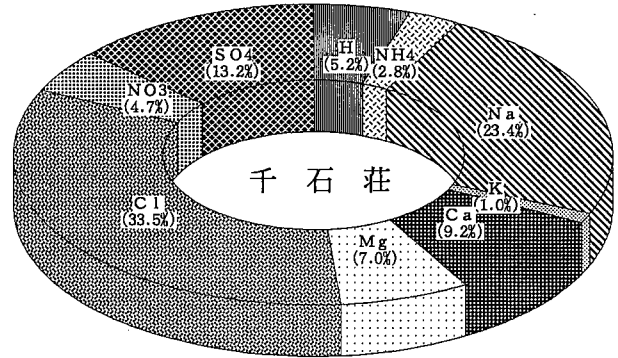


図 4-4 冬季イオン成分降下量