

沖縄県大里村における酸性雨

- 平成12年度調査結果 -

長嶺弘輝, 仲地昌敏, 金城義勝, 与儀和夫, 平良淳誠

Acid Rain in Oozato, Okinawa

- Apr. 2000 ~ Mar.2001 -

Kouki NAGAMINE, Masatosi NAKATI, Yoshikatu KINJO, Kazuo YOGI, Junsei TAIRA

Key words : 酸性雨, イオン降下量, 大里村

はじめに

近年のアジア地区の人口増加と経済活動の増加によって、石油や石炭等の化石燃料の消費も増大し、そのため大気中に放出される硫黄酸化物や窒素酸化物も増加の一途をたどっている。大気に放出された硫黄酸化物や窒素酸化物は光化学反応等により硫酸や硝酸に変化する。これら硫酸や硝酸が雲の中の水滴に溶け、または降雨に溶けたりして、酸性雨となって地上に降下し、生態系や住環境に悪影響を及ぼすことになる。

沖縄県では、大里村（衛生環境研究所屋上）で酸性雨の調査を行っているが、今回、平成12年度の調査結果の概要を報告する。

調査方法

1. 調査地点の概況

大里村は人口約12,000人で沖縄県の南部に位置し、東側は太平洋に面し、西側約7kmに那覇市（人口約32万人）がある。

調査地点は標高約100mの小高い丘の上に位置し、雨水採取装置は地上8mの高さに設置されている。最も近い海岸から約1.8km離れていて、周囲はサトウキビ畑が散在し、南西300mの距離に養鶏場、養豚場等があり、東側に小さな集落がある。

2. 試料採取及び分析方法

降雨は自動雨水採取装置（小笠原製C-U273）を使用して採取し、1週間毎に貯まった降水を試料とした。分析項目・分析機器は下記に示す。なお、分析方法等は「湿性沈着モニタリング手続き書」によった。

pH : METTLER TOLEDO MP-230

導電率 : HORIBA Conductivity Meter DS-14

陰イオン (Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}) : Dionex DX-A110

陽イオン (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) : Shimadzu HIC-6A

結果

平成12年度の調査結果を表1に示す。

全52週の内降雨のなかった週が7回あり、貯水量が少なく、全項目分析できなかった週が1回あった。平成12年度の年間の全降水量は2557.4mmで、降水のpHは4.4~6.7の範囲にあり平均で5.4であった。



図1. 調査地点

1. 月別降水量と降雨のpH

図2に月毎の降水量とpHの平均値を示す。7月に台風4号と6号, 8月に台風8号と12号, 9月に台風14号と15号との影響を受けたが, 11月に444.2 mmと年間最多降雨を示し, 2月に41.5 mmと最小降雨を示した。月平均のpHの最高値は4月の6.0で, 最低値は10月の4.8であった。降水量によりpHの値は変動するが, 春から夏にかけてpHは高く, 秋から冬にかけてpHは低くなる傾向がみられる。

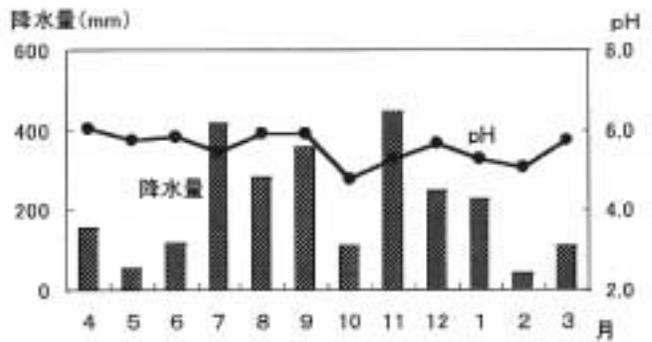


図2. 降水量とpH月平均値

2. 降水中のnss(non sea salt 非海塩性)-SO₄²⁻とNO₃⁻

図3に降水中のnss-SO₄²⁻とNO₃⁻の月降下量を示す。

nss-SO₄²⁻の月降下量は0.84~4.63 meq/m²の範囲にあり, 年降下量は30.8 meq/m²であった。最大降下量は11月に, 最小降下量は5月にみられた。また, NO₃⁻の月降下量は0.49~2.21 meq/m²の範囲にあり, 年降下量は13.2 meq/m²であった。最大降下量は7月に, 最小降下量は12月にみられた。

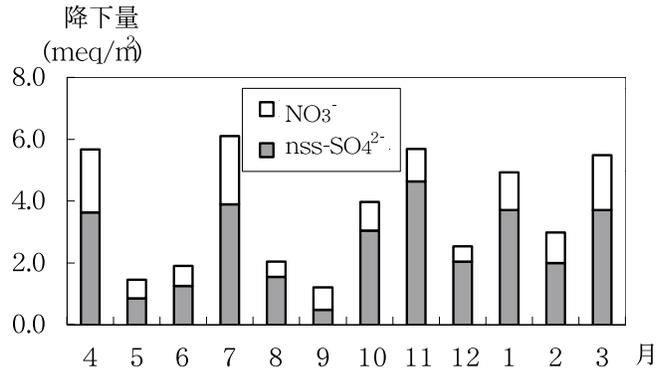


図3. nss-SO₄²⁻とNO₃⁻の降下量

3. 降水中のNH₄⁺とnss-Ca²⁺

図4に降水中のNH₄⁺とnss-Ca²⁺の月降下量を示す。

NH₄⁺の月降下量は0~3.86 meq/m²の範囲にあり, 年降下量は18.4 meq/m²であった。最大降下量は7月に, 最小降下量は9月にみられた。nss-Ca²⁺の月降下量は0.32~5.04 meq/m²の範囲にあり, 年降下量は16.8 meq/m²であった。最大降下量は4月に, 最小降下量は5月にみられた。

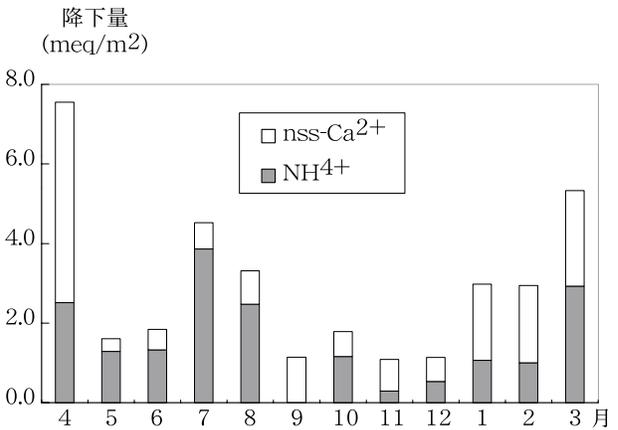


図4. NH₄⁺とnss-Ca²⁺の降下量

4. 降水中の(NH₄⁺+nss-Ca²⁺)と(nss-SO₄²⁻+NO₃⁻)の比

nss-SO₄²⁻とNO₃⁻は降水のpHの値を下げ, NH₄⁺とnss-Ca²⁺は降水のpHの値を上げる因子である。そのため, (NH₄⁺+nss-Ca²⁺)/(nss-SO₄²⁻+NO₃⁻)の値が高いと, pHの値も高くなり, (NH₄⁺+nss-Ca²⁺)/(nss-SO₄²⁻+NO₃⁻)の値が低いと, pHの値も低くなる。図5に各月の(NH₄⁺+nss-Ca²⁺)と(nss-SO₄²⁻+NO₃⁻)の降下量の比とpHの月平均値を示す。(NH₄⁺+nss-Ca²⁺)と(nss-SO₄²⁻+NO₃⁻)の降下量の比が高い春から夏にかけては, pHの値も高く, (NH₄⁺+nss-Ca²⁺)と(nss-SO₄²⁻+NO₃⁻)の降下量の比が低い秋から冬にかけては, pHの値も低くなっている。

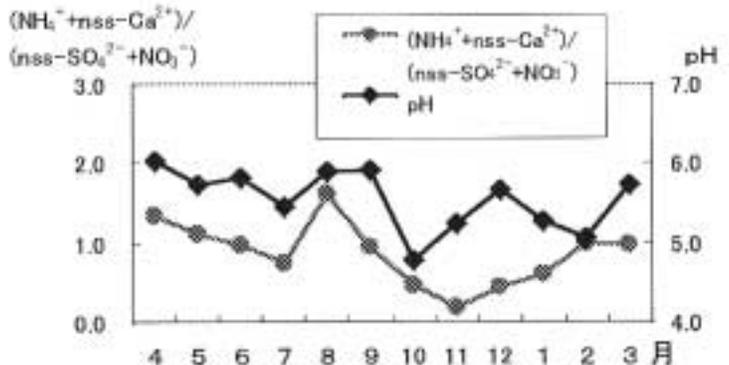


図5. 降水中の(NH₄⁺+nss-Ca²⁺)/(nss-SO₄²⁻+NO₃⁻)と月平均pH

表 1 大里村における降水の分析結果（平成 12 年度）

採取開始 年月日	採取終了 年月日	貯水量 ml	降水量 mm	pH	E C μS/cm	SO ₄ ²⁻ μmol/l	NO ₃ ⁻ μmol/l	Cl ⁻ μmol/l	NH ₄ ⁺ μmol/l	Ca ²⁺ μmol/l	Mg ²⁺ μmol/l	K ⁺ μmol/l	Na ⁺ μmol/l	特 記 事 項
2000/4/3	2000/4/10	980.9	31.2	5.71	11.1	10.2	14.7	36.7	25.6	3.5	4.3	2.5	31.4	
2000/4/10	2000/4/17	178.6	5.7	5.14	16.2	17.5	18.4	47.6	29.2	4.1	4.3	2.4	38.3	
2000/4/17	2000/4/24	722.0	23.0	6.33	11.9	14.2	15.8	21.5	20.6	17.8	3.7	1.3	20.4	4/22黄砂あり
2000/4/24	2000/5/1	3019.8	96.1	6.43	13.7	14.3	11.6	38.8	11.2	21.7	5.5	2.0	35.0	
2000/5/1	2000/5/8	12.8	0.4			96.6	203.9	585.0	180.1	77.5	57.4	27.5	553.0	試料少のため、一部分析 降雨なし
2000/5/8	2000/5/15	0.0	0.0											
2000/5/15	2000/5/22	1106.3	35.2	5.67	12.3	9.1	8.0	62.2	13.4	3.2	5.3	1.9	50.7	
2000/5/22	2000/5/29	634.1	20.2	5.84	39.3	20.6	11.7	231.8	36.8	7.1	21.8	5.1	192.2	
2000/5/29	2000/6/5	0.0	0.0											降雨なし
2000/6/5	2000/6/12	1134.2	36.1	6.00	11.8	9.4	7.6	59.3	8.9	5.8	5.4	1.4	50.2	
2000/6/12	2000/6/19	2203.9	70.2	5.74	6.0	6.6	5.2	21.1	13.6	0.9	2.1	1.1	20.4	
2000/6/19	2000/6/26	0.0	0.0											降雨なし
2000/6/26	2000/7/3	292.0	9.3	6.08	10.1	4.8	2.2	53.7	5.7	6.9	5.6	1.7	51.3	
2000/7/3	2000/7/10	4449.0	141.6	5.88	6.6	3.7	0.0	39.7	3.5	1.5	3.9	1.1	37.8	7/9(台風4号) 降雨なし
2000/7/10	2000/7/17	0.0	0.0											
2000/7/17	2000/7/24	284.9	9.1	6.10	10.4	6.0	3.6	50.2	12.0	3.5	4.3	2.0	49.5	
2000/7/24	2000/7/31	8324.1	265.0	5.32	18.6	12.0	8.2	97.9	12.3	2.8	10.5	2.8	91.9	7/27~7/29(台風6号)
2000/7/31	2000/8/7	6421.1	204.4	5.86	6.4	5.4	2.4	29.9	12.1	0.9	2.8	1.1	29.3	
2000/8/7	2000/8/14	1611.8	51.3	6.06	126.0	45.9	0.0	851.5	0.0	22.3	86.5	16.8	779.4	8/7~8/8(台風8号)
2000/8/14	2000/8/21	418.7	13.3	5.76	5.3	4.7	0.0	28.3	0.0	2.2	2.8	1.0	29.3	
2000/8/21	2000/8/28	431.2	13.7	6.00	70.5	28.5	0.0	490.7	0.0	14.8	48.3	9.0	428.6	
2000/8/28	2000/9/4	1621.0	51.6	5.79	34.9	13.7	1.9	232.2	0.0	5.2	23.3	3.8	217.8	8/28~8/30(台風12号)
2000/9/4	2000/9/11	2015.5	64.2	5.87	33.4	14.4	1.4	222.2	0.0	7.2	21.6	4.3	205.7	
2000/9/11	2000/9/19	7612.7	242.3	5.95	75.2	28.3	2.2	528.0	0.0	11.7	50.3	10.4	465.9	9/11(台風15号接近、9/13(台風14号) 降雨なし
2000/9/19	2000/9/25	0.0	0.0											降雨なし
2000/9/25	2000/10/2	0.0	0.0											降雨なし
2000/10/2	2000/10/10	1141.7	36.3	4.67	20.9	25.0	21.9	37.0	25.2	6.2	3.5	1.9	31.4	
2000/10/10	2000/10/16	0.0	0.0											降雨なし
2000/10/16	2000/10/23	604.8	19.3	4.39	28.9	27.3	0.0	72.9	0.0	3.6	7.1	1.4	65.9	
2000/10/23	2000/10/30	1664.5	53.0	5.38	9.8	7.0	2.5	50.1	4.6	2.3	4.9	1.4	44.5	

採取開始 年月日	採取終了 年月日	貯水量 ml	降水量 mm	pH	E C μS/cm	SO ₄ ²⁻ μmol/l	NO ₃ ⁻ μmol/l	Cl ⁻ μmol/l	NH ₄ ⁺ μmol/l	Ca ²⁺ μmol/l	Mg ²⁺ μmol/l	K ⁺ μmol/l	Na ⁺ μmol/l	特記事項
2000/10/30	2000/11/6	1366.7	43.5	4.97	25.0	16.8	5.8	126.3	6.7	3.9	13.4	2.9	116.4	
2000/11/6	2000/11/13	10234.1	325.8	5.38	7.9	6.4	0.8	45.8	0.0	1.3	4.7	1.0	43.6	
2000/11/13	2000/11/20	987.3	31.4	4.80	43.6	27.0	10.7	230.1	0.0	8.7	23.9	5.4	219.2	
2000/11/20	2000/11/27	1366.6	43.5	5.44	15.6	10.3	4.7	93.0	0.0	4.2	9.8	2.4	86.7	
2000/11/27	2000/12/4	38.7	1.2	6.41	78.3	79.8	60.3	340.8	25.1	84.1	40.8	14.4	348.3	
2000/12/4	2000/12/11	0.0	0.0											降雨なし
2000/12/11	2000/12/18	6544.7	208.3	5.67	6.2	6.1	1.8	35.4	2.4	1.4	2.8	1.4	34.2	
2000/12/18	2000/12/25	1156.1	36.8	5.56	4.8	4.3	1.5	27.7	0.0	2.5	3.3	0.6	26.1	
2000/12/25	2001/1/4	2673.2	85.1	5.03	19.9	12.6	2.9	110.4	0.0	4.4	11.1	2.6	101.6	
2001/1/4	2001/1/9	1348.3	42.9	5.74	25.3	11.7	3.1	163.4	0.0	6.1	16.9	3.4	156.2	
2001/1/9	2001/1/15	700.1	22.3	5.12	39.2	28.4	9.6	216.6	0.0	15.6	23.8	5.1	209.7	
2001/1/15	2001/1/22	316.2	10.1	5.63	54.8	54.7	15.2	279.1	33.0	25.6	32.7	11.3	265.2	
2001/1/22	2001/1/29	2018.3	64.2	5.63	13.4	11.1	7.2	72.7	11.4	4.7	7.5	2.4	65.2	
2001/1/29	2001/2/5	331.1	10.5	6.66	73.0	46.0	27.2	396.2	23.9	62.1	42.8	8.8	358.0	
2001/2/5	2001/2/13	631.8	20.1	4.96	58.0	40.7	17.8	318.6	26.5	18.1	33.4	7.4	286.7	
2001/2/13	2001/2/19	140.6	4.5	4.54	167.1	97.0	58.7	1080.1	0.0	40.1	102.9	21.8	934.8	
2001/2/19	2001/2/26	200.6	6.4	6.31	24.4	19.3	11.3	107.8	33.6	13.8	12.9	6.6	100.6	
2001/2/26	2001/3/5	306.4	9.8	5.65	52.3	49.9	40.8	268.8	43.9	26.5	29.0	8.9	239.6	
2001/3/5	2001/3/12	153.5	4.9	5.69	83.2	89.2	54.9	393.7	56.9	73.3	45.0	16.2	360.9	
2001/3/12	2001/3/19	339.3	10.8	6.24	13.7	9.0	12.0	55.7	19.3	10.9	6.3	2.9	54.4	
2001/3/19	2001/3/26	1274.6	40.6	5.69	8.5	13.6	13.7	18.1	31.6	3.8	1.7	2.1	17.5	
2001/3/26	2001/4/2	1329.2	42.3	5.70	25.4	21.5	10.2	132.6	17.3	12.8	14.5	4.5	120.1	
平均		80343.0	2557.4	5.44	23.7	13.7	5.2	141.6	7.2	6.1	14.1	3.4	128.8	

注1) 貯水量, 降水量の平均の欄は合計を示す。