

農業気象 (*J. Agr. Met.*) 44 (3): 219-223, 1988

火山性酸性雨による植物被害 — 桜島近辺の場合 —

山口武則*・大政謙次**・宝来俊一***・藤井國博*

(*農業環境技術研究所
**国立公害研究所
***鹿児島県環境センター)

Plant Damages by Volcanic Acid Rain
— A Case of near Sakura-Zima —

Takenori YAMAGUCHI*, Kenji OMASA**, Shun-ichi HORAI***
and Kunihiro FUJII*

(* National Institute of Agro-Environmental Sciences, Tsukuba 305, Japan
** The National Institute for Environmental Studies, Tsukuba 305, Japan
*** Kagoshima Prefectural Institute of Environmental Science, Kagoshima 891-01, Japan)

1. はじめに

近年、ヨーロッパや北米では、酸性雨による環境影響、特に湖沼および森林影響が深刻な社会問題となっている (Overreinら, 1980; 戸塚, 1983; 金野, 1986; 田村ら, 1986; 高橋ら, 1987; 高橋ら, 1988)。

最近、中国各地で酸性雨による土壌の酸性化、穀物、野菜、森林などの被害が広がっていることなどが報告されるとともに新興のアジア工業国についても酸性雨を重視する必要性が高まってきた (石, 1988)。

わが国においても降水の酸性化が進み、pH 4.0以下の降雨もまれではなく (大喜多, 1984; 山口ら, 1985; 1987; 国立公害研究所, 1986; 藤井, 1987), 昭和56年6月には前橋で過去最低値のpH 2.86という非常に強い酸性雨が観測され (関口ら, 1985), これらの植物や土壌に及ぼす影響が問われるようになった。

しかしながら、酸性雨による植物被害並びに土壌の酸性化の報告は少なく、アサガオの花弁の脱色 (佐藤, 1972) やスギの枯損 (Sekiguchi *et al.*, 1986) と酸性雨の関連が論じられているに過ぎない。

山口ら (1987) は、桜島の噴火に伴う酸性雨として特殊な事例であるが、昭和62年6月15日から16日朝に昭和63年8月31日 受理

かけて、桜島と鹿児島市の市街地に発生した酸性雨とその植物被害の概要を報告している。

本資料では、上記の桜島と鹿児島市街地に降った火山性酸性雨による植物の可視害の特徴について紹介する。

2. 酸性雨の概要

現在、活動中の桜島火山は、いわゆる山頂噴火であり、昭和30年10月に活動を再開して以来今日まで爆発を繰り返し、南岳山頂火口から噴煙を放出し続けている (宝来ら, 1985)。

桜島では、酸性雨が降った昭和62年6月15日、南岳が午後1時前に小規模の爆発を起こし、これ以後、断続的に噴煙をあげたこと、また、桜島の野尻川上流付近で雨雲の下を山肌沿いに下って行く火山ガスを鹿児島市東桜島農林事務所の職員が目撃したことなどが現地の新聞に報道された (南日本新聞, 1987 a)。

今回の酸性雨は、15日の桜島上空1,500mの風が秒速1m程度と弱く (東寄りの風)、しかも午前9時から24時間の降水量も7.5mmと少量のため (鹿児島地方気象台観測)、火山ガスを溶かした降水が希釈されず一部地域に集中して降ったものと推測されている (鹿児島朝日新聞, 1987)。この降水のpHは、鹿児島県環境センターの観測ではpH 2.5 (全降水)、鹿児島地方気象台の観測で

表1 桜島周辺の降水のpH, ECおよび成分濃度

	単位	A	B	C	D	E	F	G	H	全地点
pH	a)	4.41	4.11	4.32	4.72	4.95	5.44	4.75	4.87	4.69
	b)	3.95	3.95	3.78	3.72	4.49	4.93	4.62	4.66	4.13
EC	$\mu\text{S/cm}$	135.2	197.4	203.6	84.2	77.5	53.0	55.1	110.95	110.95
SO_4^{2-}	$\mu\text{g/ml}$	16.36	23.56	18.59	16.42	6.75	8.64	4.86	9.03	13.32
NO_3^-		0.89	0.54	0.60	0.89	0.45	1.07	1.08	1.12	0.84
Cl^-		17.76	23.02	16.52	5.69	12.38	12.30	7.32	7.66	13.14
F^-		0.65	0.99	1.54	1.66	0.08	0.21	0.21	0.40	0.71
NH_4^+		0.21	0.18	0.15	0.46	0.21	0.43	0.45	0.87	0.37
Na^+		4.89	5.24	6.07	3.04	5.57	6.72	4.20	3.31	4.92
K^+		0.67	1.75	1.21	0.80	0.90	1.28	0.64	0.44	0.97
Ca^{2+}		5.87	4.97	2.65	3.30	1.11	1.53	0.57	4.57	3.10
Mg^{2+}		0.69	0.64	0.52	0.37	0.72	0.86	0.47	0.46	0.59

注) 1) a)は (\sum/n) で求めた値, b)は $-\log\{(\sum 10^{-\text{pH}})/n\}$ で求めた値を示す。

2) A: 桜島町役場, B: 桜島町赤水, C: 鹿児島市有村, D: 鹿児島市役所, E: 谷山福祉会館, F: 喜入町農協選果場, G: 垂水市役所, H: 鹿屋市役所, それぞれの観測場所を示す。

も pH 2.4 (全降水)とかなり強い酸性であった。

一般に火山ガスの組成は、大部分(95~98 vol%)が水蒸気であり、残りがHF, HCl, SO₂, CO₂などのいわゆる酸性ガスとN₂, H₂, Arなどの不活性ガスからなる(小沢, 1982)。

鹿児島市街地周辺の降水については、長井ら(1986)が桜島火山周辺8ヶ所で測定し(昭和58年9月から昭和59年7月)、表1の結果を報告している。

今回の降水中のCl⁻は160 $\mu\text{g/ml}$ (ppm), F⁻は15 $\mu\text{g/ml}$ (ppm), SO₄²⁻は16 $\mu\text{g/ml}$ (ppm)であり、特にCl⁻とF⁻が通常の降水より数倍高い値を示した。

3. 被害地域および植物被害

今回の火山性酸性雨による植物の被害地域を図1に示した。

被害地域は、桜島町赤水から鹿児島市東桜島にかけてと、対岸の荒田、鴨池、郡元、紫原、宇宿など同市の中並びに南部と、それに同市近郊の日置郡松元町の一部である。

植物の被害は、桜島では、赤水から野尻、古里にかけて植物の可視害が多く、樹木ではナンテン、イヌマキ、カキ、バラ、ツツジの可視害が大であった。また、農作物では、カボチャ、サツマイモ、ネギ、牧草に可視害が見られた。一方、これらの可視害を示した樹木の脇に植栽されたツバキには可視害は見られなかった。

桜島対岸の鴨池グリーンセンター周辺では、ホルトノキ、ウメが極端に落葉するほか、クスノキ、ケヤキ、イチョウ、ユーカリノキ、モミジバフウ、トベラ、アメリカデイゴなどに可視害が見られたが、センダン、クロガネモチ、ヒマラヤスギ、マテバシイ、カイズカイブキな

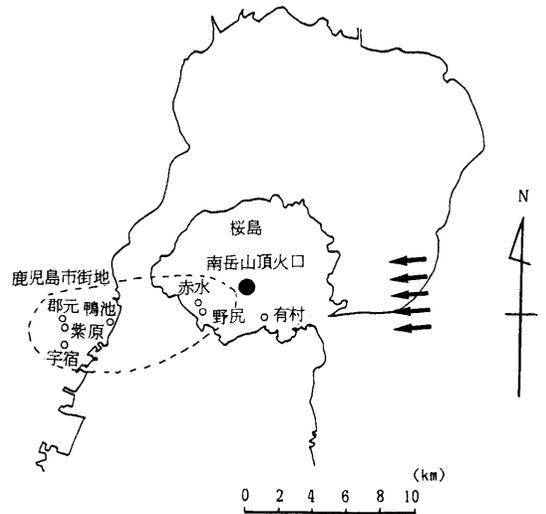


図1 植物被害地域

注) 図中の矢印は風向を示し、点線内側は植物被害発生地域を示す

どには可視害は見られなかった。

県道225号沿には街路樹としてタイワンフウが植栽されていたが、可視害として葉の一部に点在した褐色の斑点が見られた。

紫原周辺では、樹木ではイロハモミジ、ナンテン、イチョウなどの葉に可視害が見られ、また、農作物ではシソ、カボチャ、トマト、インゲンマメ、ピーマン、ネギなどの葉に可視害がそれぞれ見られた。しかし、この周辺のサクラ、フヨウなどの葉には、可視害は見られなかった。

鹿児島市の繁華街より北側の東千石町、城山町には、クスノキが多く植栽されているが、この地域では、鴨池

表2 植物の可視被害の特徴

種	可視害の特徴
(樹木)	
裸子植物	
イチョウ科 イチョウ	葉の葉縁部と葉脈間に褐色の斑点が見られ、被害大の葉はえ死斑が葉の周辺から内部へ向かって拡大。
イチイ科 イヌマキ	樹木に褐変症状が見られ、葉全体に褐変化が見られる。
スギ科 メタセコイア	樹木の先端に褐変症状が見られ、葉が褐変。
被子植物	
ニレ科 ケヤキ	樹木全体が黄～褐色になり、葉の葉脈間に黄褐色の斑点が見られ、葉縁はやや湾曲萎縮。
モクレン科 タイサンボク	成葉には殆ど被害が認められなかったが、樹木の上部新芽が著しく落葉。
メギ科 ナンテン	樹木の上部の葉が落葉し、被害が著しい場合は全葉が枯れて落葉。
クスノキ科 クスノキ	成葉には特に被害が認められなかったが、新芽の落葉が特に著しい。
トベラ科 トベラ	成葉には被害が認められなかったが、新芽の殆どが枯死。
マンサク科 フウ	葉に斑点が見られ、葉脈間に明瞭な褐色のえ死が見られる。
タイワンフウ	葉の一部に点状した褐色斑点が見られ、健全葉部との境界が明瞭。
モミジバフウ	葉に赤褐色の斑点が見られ、葉脈間に明瞭な褐色のえ死斑が見られる。
バラ科	
ウメ	上部の葉が著しく落葉し、葉は葉縁が内側に向かってやや湾曲し、成葉の葉脈間に褐色の斑点が認められる。
ビワ	成葉には被害が認められないが、新葉が萎縮し、ひどい場合は枯死した。
バラ	成葉には特に被害が認められなかったが、新芽の落葉が特に著しい。
マメ科	
アメリカデイゴ	葉の葉脈間に赤褐色の斑点が見られる。
カエデ科	
イロハモミジ	葉縁にそって斑点状に褐色症状が見られ、著しい場合は全葉が枯れる。
ハウチワカエデ	葉の葉脈間に黄褐色の斑点が見られ、著しい場合は全葉が枯れる。
ホルトノキ科	
ホルトノキ	樹木の上部新葉が特に著しく落葉し、被害が大きい樹木では全葉が落葉。
ミカン科	
ミカン	夏芽の先端が枯死し、新葉の一部に落葉が見られる。
フトモモ科	
ユーカリノキ	成葉の葉縁部に白色のえ死が見られ、新葉の一部は黒色に枯れる。
ツツジ科	
ツツジ	葉の葉縁部が枯れ、被害が著しい場合は全葉が赤く枯れる。
カキノキ科	
カキ	葉の先端の周縁部に褐色斑が見られ、出芽したものは極端に湾曲、萎縮。
キョウチクトウ科	
キョウチクトウ	成葉には特に被害が認められなかったが、花がやや脱色し、落下した。
(農作物)	
被子植物門	
ヒルガオ科 サツマイモ	葉の周辺から赤色化。
シソ科 シソ	葉の周辺のみ歯が黄白化し枯死。
ナス科 トマト	葉の先端が黄白化し、湾曲、萎縮する。
ユリ科 ネギ	葉の先端が赤褐色に枯死。

グリーンセンター付近で見られた様なクスノキの新葉が落葉するなどの可視害は見られなかった。

繁華街に位置する天文館公園では、メタセコイア、フウ、イチョウ、カエデ、ケヤキ、ツツジなどの葉に可視害が見られた。

以上に示したように、桜島や鹿児島市街地に降った火山性酸性雨による植物の被害は、街路樹や農作物を中心に、庭木などかなりの広範囲で認められ、最も被害の大きかったのは桜島南岳に近い野尻町を中心に東桜島地区で、作付け面積 41 ha のミカンは果径 10 mm 前後の実が黒く変色したり、落下したりして 30% の減収が見込みと報告された(南日本新聞, 1987 b)。また、ビワも 10% の減収が予想されるほか、インゲン、カンショなどにも

被害が及び、さらに市街地では田上、広木、宇宿、中山、五ヶ別府町などのシソ、茶、トマト、ナス、カボチャなどの葉がちぢれたり変色した(南日本新聞, 1987 b)。東桜島地区を含めた被害面積は 104 ha、被害総額は 3,080 万円以上にのぼることなどが報道された(南日本新聞, 1987 b)。

上記の被害地域で見られた植物種の可視害の特徴をまとめたものが表 2 であり、写真 1~4 は、可視害を特に顕著に発現した植物の一部について示した。

今回の火山性酸性雨では、植物の可視害は樹種および作物種によりその程度が異なり、植物種間差が見られた。また、同一樹種でも地域によって、その被害の程度が異なることなどが見られた。これらの可視害の原因は、ウ

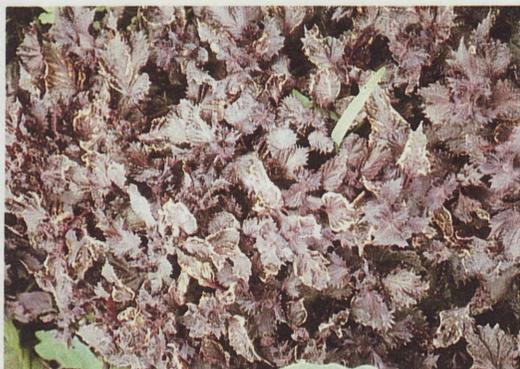


写真1 シソの可視害

症状: 葉の周辺のきょ歯が黄白化し枯死。



写真2 ネギの可視害

症状: 葉の先端が赤褐色に枯死。

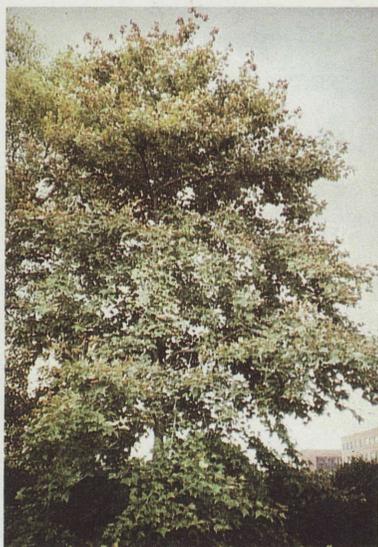


写真3 モミジバフウの可視害

症状: 上部の葉が著しく枯れ、葉に赤褐色の斑点が見られ、葉脈間に明瞭な褐色のえ死斑が見られる。



写真4 カキの可視害

症状: 葉の先端の周縁部に褐色斑が見られ、出芽したものは極端に湾曲、萎縮。

メ、イロハモミジ、ナンテン、モミジバフウ、タイワンフウ、カキ、トマト、シソ、ネギなどの可視害の特徴（農林省農林水産技術会議，1977；財団法人日本公衆衛生協会，1986）ならびに通常の降水より数倍高い F^- ， Cl^- の値などから，pH の影響の他に，降水に溶け込んだ火山ガスに含まれる HF ， Cl_2 の影響が大であったと考えられる。

引用文献

- 石 弘之，1988：アジアに広がる酸性雨，現代化学，**208**，33-37。
- 大喜多敏一，1984：酸性雨現象，国立公害研究所 10 周年記念特別研究発表会予稿集。
- 小沢竹二郎，1982：火山性ガスの化学成分，火山ガス等に関する調査報告書(国土庁)。
- 鹿児島朝日新聞，1987：鹿児島市に酸性雨，昭和 62 年 6 月 17 日。
- 金野隆光，1986：酸性雨—農業生態系への影響—，化学と生物，**24**，591-599。
- 国立公害研究所，1986：一雨の酸性化の実態とその環境影響一，第 1 回全国公害研究所交流シンポジウム要旨集，国立公害研究所。
- 財団法人日本公衆衛生協会，1981：環境影響評価予測技術検討調査報告書，大気汚染の植物影響に係わる環境影響評価マニュアル(案)。
- 佐藤治雄，1972：雨水によるアサガオの脱色。Nature Study，**18**，74-78。
- Sekiguchi, K. et al., 1986: Dieback of *Cryptomeria Japonica* and distribution acid deposition and oxidant in Kanto district of Japan. *Environ. Tech. Letters*, **7**, 263-268.
- 関口恭一・狩野和男・氏家淳雄，1983：前橋市に降った pH 2.86 の雨について，大気汚染学会誌，**18**，1-7。
- 高橋浩一郎・岡本和人編著，1987：21 世紀の地球環境，気候と生物圏の未来，NHK ブック，121-150。
- 田村 明監訳，1986：酸性雨，新曜社。
- 戸塚 績，1986：酸性雨問題について。産業公害，**19**，402-409。
- 長井一文・中内孝雄・宝来俊一・山田正一・柳川民雄・内山 裕，1986：桜島火山周辺における雨水中のイオン成分調査(第 II 報)，鹿児島県環境センター所報，**2**，42-53。
- 農林省農林水産技術会議事務局監修，1976：大気汚染による農作物被害症状の標本図譜。
- 南日本新聞，1987a：桜島・火山性ガスで酸性雨，昭和 62 年 6 月 17 日。
- 南日本新聞，1987b：桜島酸性雨の被害拡大，昭和 62 年，6 月 24 日。
- 藤井國博，1987：雨水の酸性化の実態と地域性(2)，雨水成分の特性と地域性，第 4 回 農業環境シンポジウム，「酸性雨の農業生態系への影響評価」に関する研究の展望，農環シンボ資料 4，農業環境技術研究所。
- 宝来俊一・奥園和光・中内孝雄・長井一文・中村 宏・山田正人・柳川民雄・小磯 誠，榎 孝雄，1984：桜島火山周辺地域における大気汚染物質に関する調査研究(第 1 報)，一 浮遊粉じんの分布および挙動，鹿児島県環境センター所報，**1**，84-97。
- 山口武則・藤沼康実，1985：国立公害研究所実験ほ場の土壌及び気象に関する調査資料集(II)，国立公害研究所研究資料，**27**，19-20，101-108。
- 山口武則・藤沼康実，1987：国立公害研究所実験ほ場の土壌及び気象に関する調査資料集(IV)，国立公害研究所研究資料，**32**，20-39，75-80。
- 山口武則・宝来俊一・柳川民夫・大政謙次・内山 裕，1987：鹿児島市街地に降った火山性酸性雨と植物被害，関東の農業気象，**13**，9-13。
- Overrein, L. N., Seip, H. M. and Tollan, A., 1980: Acid precipitation-effects on forest and fish. Final report of the SNSF-project 1972-1980 Research Report Fagrapport FR 1980, 7-161.