

桜島噴火時の降灰による太陽光発電量の減少率評価

宇野史睦^{1,2}・新堀敏基²・橋本明弘²・小長谷瑞木³

1, 産業技術総合研究所(AIST), 太陽光発電研究センター (RCPV)
2, 気象庁/気象研究所, 3, イー・アンド・イーソリューションズ株式会社

1. 研究背景

- 鹿児島県において桜島の噴火による降灰によって、数日に及ぶ発電量低下が確認された (Fig.1)
- 火山灰の堆積により日射量が遮られることを利用し、発電量低下率から降灰量を推定することを検討した。

鹿児島県内における太陽光発電施設のモニタリングデータを用いた発電量低下率を評価し、定式化を行う。

⇒太陽電池モジュールに火山灰を堆積させ、降灰量と発電量低下率の関係を評価した。

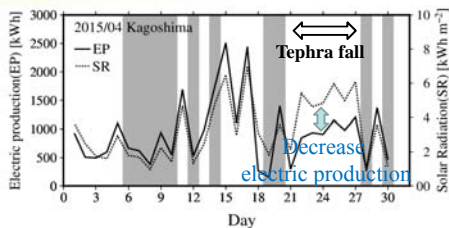


Fig. 1. 桜島噴火時の発電量と日射量の日変化。シェードは降水量1mm以上の日を示す。

3. 結果

3.1. 測定結果

- 火山灰堆積量と発電量低下率に明瞭な関係が見られた。
- 降灰量が少量(4 g/m²以下)と多量(60 g/m²以上)では変化率が小さく、6 g/m²以上から60 g/m²まで感度が高い。
- 火山灰減少率は先行研究と同程度。
- 60 g/m²以上では、火山灰による日射量の遮蔽による効果が飽和していることが考えられる。

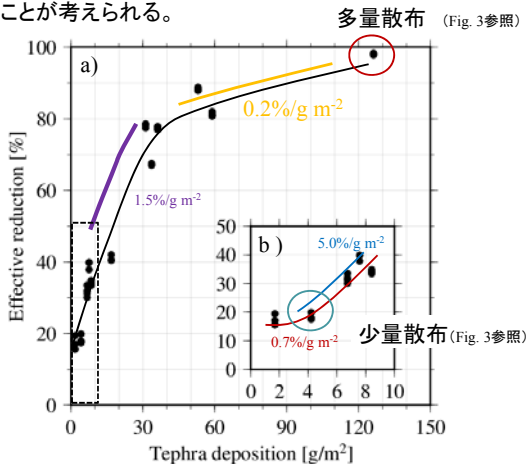


Fig. 7. 太陽電池モジュール上の火山灰堆積量と発電量低下率。各色の線はその範囲における発電量低下率を示す。b) 降灰量0-10 g/m²の範囲における発電量低下率であり、Fig. 5aにおける黒点線の範囲を示す。

3.2. 実際の太陽電池上への降灰時の状況

2017/9/6 堆積事例(桜島の東21kmの地点)

爆発番号:40, 噴火発生時刻:2017/9/5, 18:52 量3, 高:1900, 流向E, 火口S
爆発番号:41, 噴火発生時刻:2017/9/6, 09:49 量3, 高:1100, 流向SE, 火口S



Fig. 8. 鹿児島県内における太陽電池上への火山灰の堆積状況。6, Sep., 2017

EP, SRは良く一致。

- 火山灰が堆積した午前中はSRに対してEPが小 ⇒降灰による発電量低下 ⇒午後は風による灰の吹き飛ばしにより増加

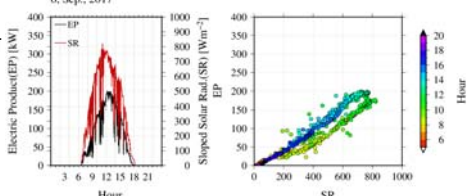


Fig. 9. 2017年9月6日における発電量 (EP) と日射量 (SR) . それぞれの日変化 (左図) と EP, SR の関係 (右図)

2. 測定概要

2.1. 火山灰堆積実験

- 100 μm, 45 μmの篩で、均一に火山灰をモジュールに堆積
- 1の観測要素(発電量・日射量・モジュール温度)を測定(3回)
- モジュールに堆積している火山灰を回収し、重量を測定

※実験の前・後で降灰無し実験(対照実験も実施)



Fig. 2. 観測装置外観

2.2. 測定風景

多量散布 126 g/m² (15 g) 少量散布 4.2 g/m² (0.5 g)

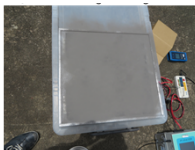


Fig. 3. 降灰時の太陽電池モジュール外観

Fig. 4. 現地における火山灰回収前の火山灰堆積状況

2.3. 降灰量減少率

火山灰堆積時発電量(P_{max3}) 基準発電量 ($\overline{P_{max3}}$)

$$d_g = \frac{P_{max3}}{\overline{P_{max3}}} \quad \overline{P_{max3}} = 11.64 \text{ W}$$

$$P_{max} \text{ を日射量 } (G_A) \text{ 補正 [1 SUN: } 1000 \text{ Wm}^{-2}] \quad P_{max2} = \frac{1000}{G_A} P_{max1}$$

$$P_{max2} \text{ を表面温度 } (T_{PA}) \text{ 補正 } [\alpha_{P_{max}} \text{ : 最大出力温度係数}] \quad P_{max3} = \frac{P_{max2}}{1 + \alpha_{P_{max}} / 100 (T_{PA} - 25)}$$

2.4. 火山灰の粒径分布測定 (走査電子顕微鏡: SEM)

SEMにより粒子サイズを8回測定し、その画像より円相当半径を評価

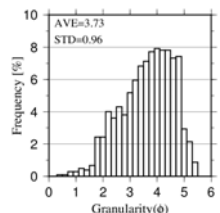


Fig. 5. 火山灰粒度分布

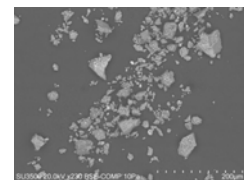


Fig. 6. SEMによる火山灰測定

4. まとめ

- 屋外測定により、火山灰堆積量と発電量低下率に一定の関係が見られた。

⇒ 降灰量から発電量低下率の推定式の構築を行う。

今後の方針

- 実際の太陽光発電施設(鹿児島県内5カ所)における火山灰堆積事例において、本研究で構築する推定式の精度検証を行う。
- 常松ほか(2016)の手法(Fig. 10)を用いて、太陽光発電所の降灰量をタイムラプス動画より推定し、その検証を実施する。
- 発電量低下率・降灰量の推定式の適用可能な気象条件を現地のモニタリングデータ等より評価する。

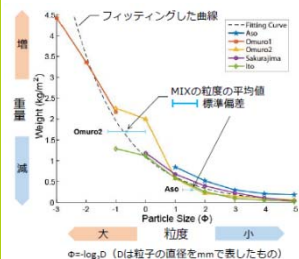


Fig. 10. 火山灰粒度による重量推定

※実験に使用した火山灰の粒度(Fig. 5)は常松ほか(2016)(左図)と良く一致

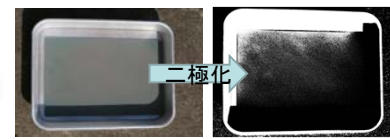


Fig. 11. カットティングボードを用いた火山灰粒度評価

参考文献 & 謝辞

常松ほか(2016) 画像解析を用いた火山灰堆積量の推測手法の開発, 日本地球惑星科学連合2016年大会
本研究は科研費(若手B)「火山灰による太陽光発電量の減少を利用した降灰量推定モデル開発と降灰予測モデル検証(17K13008)」の一環で行われた。また、SEMの利用において気象庁気象研究所の財前祐二氏には機材の使用法から解析方法まで多くの指導を頂いた。ここに記して御礼申し上げます。