

レーザー計測機が捉えた送電鉄塔下の雨滴特性と土壌侵食の実態

Investigation of raindrop characteristics and soil erosion under transmission towers using laser measurement equipment

鉄塔敷の植生定着不良の解決を目指して

送電鉄塔下の雨滴特性をレーザー雨滴計で計測し衝撃力を定量化した。敷地外と比べて鉄塔下の雨滴は大粒で、雨滴衝撃力は最大で18.5倍、雨量は最大で11.2倍に達した。また、地上LiDARを用いて敷地侵食の見える化を試みた。時期の異なる地表形状データの差分から、植生定着を妨げる小規模な侵食の検出と可視化が可能となった。



執筆者
電力技術研究所
バイオグループ
津田 その子

1 背景と目的

送電鉄塔敷は、侵食防止や周辺環境との調和を目的に緑化されるが、多くの場所で当初からあるいは徐々に植生が失われ敷地の裸地化が進んでいる。この要因について、2019年度に裸地化が進行している超高圧鉄塔を中心に50基程の現地調査を行った結果、裸地化の進行度と土壌・環境条件に相関がないこと、シカ食害も顕著であるがそれ以上に塔体フランジ部等から落下する雨滴の影響が強いことを改めて確認した。

調査では、降雨時に雨滴による土壌表面の動きを観察し、確実な植生定着の第一段階として、生育初期の植物が根を張る前に流されたり、土壌の動きで根圏発達が妨げられたりしない程度に雨滴衝撃を弱めることが有効と考えられたが、送電鉄塔下の雨滴衝撃力を定量評価した事例は社内外ともに無かった。雨滴衝撃力を定量化し、植物が耐えられる基準値を示すことができれば、対策手法の検討や設計が可能になる。

このため、2020年度に雨滴衝撃力の計測手法の検討から着手し、送電鉄塔下特有の雨の特徴、雨滴衝撃力と雨量の最大値や分布を調べた。本報告では、鉄塔という特殊な構造物が生み出した、大きなエネルギーを持つ雨滴の特徴と、これらが現地で引き起こしている侵食の状況を捉えた結果について紹介する。

2 レーザー雨滴計を用いた雨滴衝撃力の定量化

(1) 雨滴衝撃力の測定方法

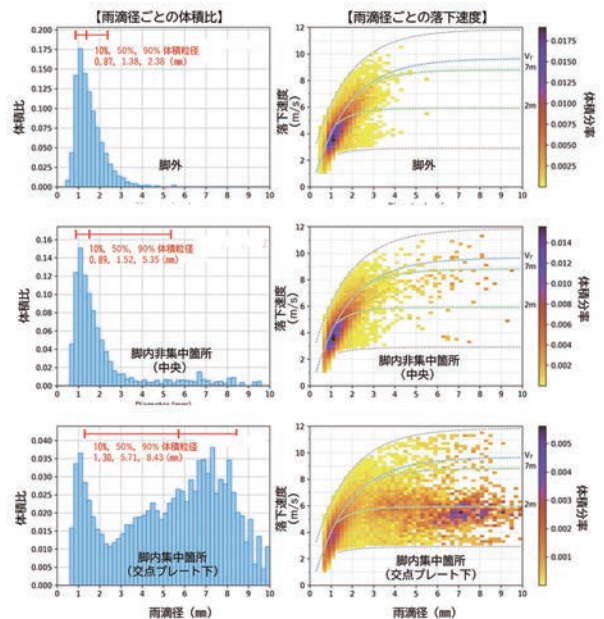
雨滴衝撃力の測定には、共同研究先の国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所が作製したレーザー雨滴計（第1図）を使用した。これは光学式雨滴計の一種で、3cm×15cmのシート状に照射されたレーザー光を通過する雨滴1粒ごとの粒径と速度を測定し、粒径分布や運動エネルギーを得ることができる。計測は、鉄塔の脚外、脚内の非雨滴集中箇所（中央）、雨滴集中箇所（交点プレート下）など複数の地点で実施した。



第1図 計測地に設置したレーザー雨滴計（右：単体）

(2) 鉄塔から落下する雨滴径の特徴と雨滴の落下速度

第2図左側のヒストグラムは、2021年8月3日に測定した雨滴の粒径分布の一例である。自然な降雨を示す脚外の雨滴径のピークは1.1mmでほとんどが4mm以下であるのに対し、脚内非集中箇所では僅かではあるものの6mm以上の大粒の雨滴がみられ、集中箇所では7mm前後にピークを持つ大粒の雨滴が大部分を占めた。

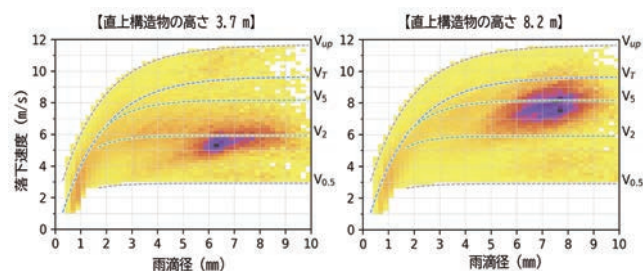


第2図 送電鉄塔下の雨滴の特徴

第2図右側の散布図は、ヒストグラムで示された雨滴ごとの落下速度を縦軸に示したものである。色の濃い部分に多くの雨滴がある。脚外の雨滴は概ね終端速度 (V_T : 青破

線)に沿っており、脚内の非集中箇所と集中箇所では粒径4mmを超える雨滴が様々な速度で落下していた。これは上部の鉄塔構造の様々な高さから落下するため終端速度に達しないからで、高さ2~3m程度の位置にある交点プレートからは5m/s前後の雨滴が多数落下していることがわかる。

第3図は高さの異なる雨滴集中箇所の落下速度を示している。直上の構造までの距離が3.7m地点での雨滴落下速度が5~6m/sに集中しているのに対し、距離が8.2m地点では7~8m/sと終端速度に近づいており、大粒の雨滴が速い速度で落下することから大きな運動エネルギーを有することがわかる。



第3図 高さの異なる位置から落下する雨滴径と落下速度

(3) 鉄塔敷の雨滴衝撃力の算出

2021年6~12月の降雨について、2基の鉄塔下の雨滴の総運動エネルギーを算出した(第1表)。これが鉄塔敷への雨滴衝撃力となる。測定した2基では、非集中箇所においても脚外の1.2倍、1.3倍と雨滴衝撃力は大きく、集中箇所では最大で10.3倍、18.5倍にもなった。レーザー雨滴計直下に設置した転倒ます型雨量計(第1図)のデータから、雨量についても脚内で脚外の最大11.2倍の観測値となり、雨量、雨滴衝撃力ともに脚内の降雨による負荷が大きいことが数値で示された。

第1表 鉄塔敷の雨滴衝撃力

	雨滴の総運動エネルギー (kJ/m ²)		脚内/脚外 A/B	測定期間	
	脚内A	脚外B			
鉄塔1	非集中箇所	17.08	13.31	1.3	6/23~10/8
	集中箇所1	127.15	14.18	9.0	7/3~12/3
	集中箇所2	145.61	14.18	10.3	7/3~12/3
鉄塔2	非集中箇所	24.01	20.26	1.2	6/23~12/7
	集中箇所1	78.42	14.76	5.3	8/6~12/7
	集中箇所2	128.26	6.93	18.5	9/3~12/7

3 地上LiDARを用いた土壌侵食の可視化

(1) 土壌侵食の検出方法

地上型レーザーキャナBLK360 (Leica Geosystems社)を用い、山間地の鉄塔敷において、2021年7月と12月に点群データを取得した。計測地の鉄塔敷は大きなガリ侵食はないものの全面が裸地化しており、斜面下部に土砂

堆積が見られることから表面侵食が進行していると思われる場所である(第4図)。鉄塔敷中央および各脚間の計5地点の点群データを合成し、12月と7月の差分を算出し、差分50~200mmのプラスを赤、マイナスを青となるよう可視化した。

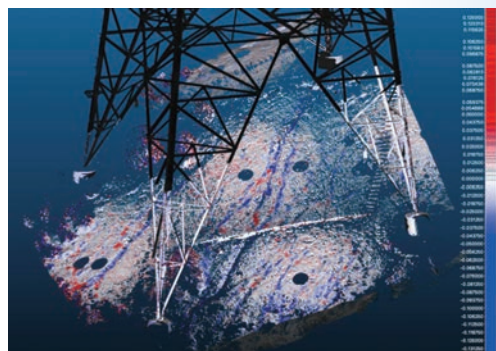


第4図 BLK360(左)と表面侵食が進行している鉄塔敷(右)

(2) 検出結果

第5図に示した鉄塔敷では、変化が50mm以下であることを示す淡色部分も多いが全面で色の変化があり、土砂の移動を捉えていた。また、半年間に青色の筋が複数形成されていた。これは50~200mm深度の水みちができたことを示し、それらの起点、向き、長さも詳細に読み取ることができた。現地目で目視した限りではこれらをすべて視認することは困難であった。

BLK360は軽量で持ち歩きも容易であり、設定にもよるが測定時間も1地点数分と短い。侵食状況を客観的かつ明確に記録するのに有効なツールとなる可能性がある。



第5図 鉄塔下における半年間の侵食の進行

4 今後の展開

現在、これらの計測結果をもとに送電鉄塔下の雨滴衝撃力を再現した降雨装置を製作し、緑化植物の定着に与える影響を把握しながら対策方法の検討を進めている。

共同研究先

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所
国立大学法人 京都大学

既発表

送電鉄塔下の敷地における雨滴衝撃力の定量化 : (2023/9) 水文・水資源学会 / 日本水文科学会 2023年度研究発表会
Detection of soil erosion under transmission towers : (2023/11) 13th ICLEE Korea