

インドネシアの露天掘り石炭鉱山の採掘跡地における フライアッシュ混合土壌の植栽土壌としての適用に関する研究

岩盤・開発機械システム工学研究室 4年 村上 海人

1. はじめに

インドネシアでは、石炭の大半が露天掘りにより生産されており、終掘後には荒廃した広大な採掘跡地が形成されるため、環境保全の観点から再緑化を実施する必要がある。再緑化に当たっては、植生に適した養分が豊富に含まれている表土を確保することが重要である。しかしながら、採掘跡地には鉱区の拡大に伴う表土の不足、熱帯地域特有である植栽に適さない酸性・粘土質の表土、スコールなどの激しい降雨の影響による土壌浸食といった問題がある。一方、近年経済成長の著しいインドネシアでは、石炭の利用が推進されており、その結果石炭火力発電所が増設され、産業廃棄物として多量に発生する石炭灰の処分が課題となっている。そのため、従来のセメント原料としての利用のほか、多方面への石炭灰の有効利用を促進していく必要があると考えられる。そこで本研究では、石炭灰のひとつであるフライアッシュを表土に混合させたフライアッシュ混合土壌を採掘跡地に埋め戻し、人工降雨試験によりこれの浸食特性の評価を行った。次に、アカシアマンギウム（以下、アカシアと呼ぶ）を用いた室内生育試験を行うことによりフライアッシュ混合土壌の植栽土壌としての適用性の可否について検討を行った。

2. フライアッシュ混合土壌の物理特性および浸食特性

2-1 実験概要

本研究では、真砂土およびベントナイトを混合することでインドネシアの鉱山の表土を模擬した土壌試料を使用し、これに表1に示す割合でフライアッシュを混合したフライアッシュ混合土壌を作製した。この試料の浸食特性を把握するために、各種試料の物理的性質を測定するとともに、熱帯地域の降雨を想定した人工降雨実験により斜面傾斜角度 35 度における土壌流出量を測定した。実験結果およびインドネシアで定められている土壌浸食の危険評価基準による判定結果を表1に示す。

表1 土壌試料の物性値および試験結果

Fly Ash (%)	塑性指数	透水係数 (cm/sec)	流出土壌量 (cm/year)	土壌浸食の危険評価
0	10.77	2.94×10^{-4}	1.29	moderate
20	8.76	1.93×10^{-4}	1.18	
40	NP	9.17×10^{-5}	6.40	very high
60	NP	5.33×10^{-5}	11.39	
80	NP	3.78×10^{-5}	18.11	
100	NP	2.52×10^{-5}	28.71	

NP: 塑性無し

2-2 結果および考察

表1より、フライアッシュ混合量の増大に伴い土壌流出量が増大することが分かる。これは、フライアッシュの混合量が増大するとともに土壌試料の透水係数が減少し、表流水が多く発生したことで掃流力が増大したためである。また、フライアッシュが40%以上混合された土壌試料では、土の粘着力の大きさを表す塑性指数がNP（非塑性）であるため高い土壌流出量を示したと推察される。以上の結果より、フライアッシュは表土全体の40%未満になるように混合して埋め戻すことで、土壌浸食の危険評価基準を満足することが分かる。

表2 土壌の物理・化学的特性

3. 室内生育試験

3-1 実験概要

前述と同様の土壌試料に対して、植栽土壌としての適用を検討するためにインドネシアの気候を模した室内生育試験を行った。本研究ではアカシアを用いて生育試験を行った。図1に、アカシアの背丈の成長率を示す。

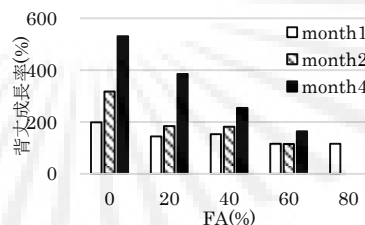


図1 アカシアの背丈成長率

Fly Ash (%)	透水係数 (cm/sec)	Paste pH
0	2.94×10^{-4}	5.54
20	1.93×10^{-4}	10.49
40	9.17×10^{-5}	11.08
60	5.33×10^{-5}	11.72
80	3.78×10^{-5}	11.55
100	2.52×10^{-5}	11.67

3-2 結果および考察

図1より、フライアッシュ混合量の増大に伴いアカシアの背丈成長率が減少していることが分かる。これは、表2に示すようにフライアッシュ混合量の増大とともに透水係数が減少し、アカシアの酸素吸収阻害、pHの増加による栄養吸収の阻害、フライアッシュからのアカシアの生育を抑制する有害物質の発生などの要因が促進したことに依るものと思われる。また、フライアッシュが40%未満になるような混合土壌を作製すれば、土壌浸食による生育への影響が少ないと考えられるため、アカシアの生育が可能であることが分かる。