メガソーラー発電用の雑草抑制資材の性能比較と ライフサイクルコストの検討

十河潔司 ^{*1)}・杉本英夫 ¹⁾

1) 株式会社大林組

摘要: メガソーラー発電施設では、発電効率を保つために雑草対策は重要な課題となっている。施設特有の課題に対して有効な雑草抑制資材の6種類を選定し、山間部の切盛造成地および臨海部の埋立地の2か所で、その性能を検証する実証試験を実施した。調査では、2年間のモニタリングを行い、年間当りの刈込回数と刈草重量を測定した。その結果、防草シートは雑草がほとんど生えなかった。また、センチピードグラス改良種、コウライシバ改良種、木片コンクリートは、刈込回数と刈草重量が同程度で、砕石や土壌改良材に比べて優れていた。これらの結果を基に、メガソーラー事業期間中(25年間)の雑草対策費のライフサイクルコストを検討し、無対策と比較した場合の評価を行った。

キーワード: メガソーラー、雑草抑制、ライフサイクルコスト

1. はじめに

2012年7月から施行された電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法により、再生可能エネルギーの固定価格買取制度が始まった。電力会社による再生可能エネルギーの購入が義務化されたため、民間企業による大規模太陽光発電事業、通称「メガソーラー」発電事業の計画と実施が急増している。

発電事業の事業収益は、立地の制約条件や運営期間中の維持管理コストが大きく影響する。特に地上に太陽発電パネルを置く方式では、雑草対策は非常に重要であり、有効な抑制対策が必要である。雑草が大きく成長すると、パネル表面に影を落とし、発電効率を下げるばかりでなく、広大な敷地における雑草の除草と処分の費用が必要となる。

そこで、筆者らはメガソーラー発電事業に貢献するため、雑草対策の技術開発を進めている。本報では、有効な雑草抑制資材の効果を検証するための実証試験を行い、その成果に基づき、事業期間を想定したライフサイクルコストを試算して、事業への有効性の評価を行ったことについて述べる。

2. 雑草抑制資材の選定

本試験で想定するメガソーラー発電の事業地は、地上パネ

ル設置方式である。周囲に高い建物がなく、日差しに恵まれた場所が好まれるため、その空間は光合成を行う植物と競合し、雑草対策は必然といえる。立地条件としては、山間部、臨海部、工業用地、ゴルフ場跡地、建物の屋上など、多岐にわたっている。敷地の雨水浸透や景観など地域の自然環境への配慮が必要とされる場合、用地を人工構造物ですべて覆うことは困難である。また、傾斜地形では、局地的な豪雨などを想定した侵食防止の対策も必要となる。

使用する雑草抑制資材は、文献調査、資材メーカーや業者からのヒアリング、過去の技術開発成果¹⁾などの情報を整理し、市場で調達可能な技術で工事実績があり、自然由来の材料で事業完了時に撤去の必要がないもの、あるいは産業廃棄物の処分量を極力抑えられるものから選定した。なお、農薬については、周辺環境や第三者への影響を憂慮し、使用できない例もあるため、選定枠から除外した。また、緑化植物では、周辺の生態系への影響が小さいものとした。選定した資材を表-1に示す。6種類の資材の特徴は以下の通りである。

- ・砕石(粒度調整砕石 粒径40mm以下): 砕石舗装と同程度の効果を期待する。一般市場で入手が容易である。水を保水しないため、植物が育ちにくい。

- ・土壌改良材(樹皮処理資材): 自然土を固めた舗装と同程度の効果を期待する。樹皮が原料で、腐熟による生分解が進みにくい特殊な加工が施されている。

- ・ティフブレア(センチピードグラス(*Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack.)改良種): 草丈が低いため、草刈りを減らす効果を期待する。外来種であるが、農地の畦畔の草刈り低減植物として利用されており、主に栄養繁殖で生産される。

- ・TM9(コウライシバ(*Zoysia matrella* (L.) Merr.)改良種の矮性品種): 草丈が低いため、草刈りを減らす効果を期待する。在来種であり、栄養繁殖で生産され、種子の交雑が少ない。

- ・防草シート(不織布2層シート): 紫外線による劣化と防根の機能を備えたもの。撤去が容易で、産業廃棄物量は少ない。景観に配慮して、緑や茶など多様な色を選べる。

* 連絡先著者: E-mail: sogo.kiyoshi@obayashi.co.jp 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640

表-1 選定した雑草抑制資材

区分	資材	製品	条件など
緑化	在来種系植物	TM9	コウライシバ改良種
	外来種系植物	ティフブレア	センチピードグラス改良種
非緑化	防草シート	チガヤシート	不織布2層／耐候・耐根
	木片コンクリート	チップクリート	層厚 30mm
	採石	粒度調整品	最大粒径 40mm以下, 層厚100mm
	土壌改良材	樹皮処理資材	容積比30%, 混合深度10cm, 転圧
対照	裸地	—	試験前の除草条件は同じ

図-1 試験地の位置

写真-1 A 試験地

写真-2 B 試験地

・チップクリート（木片コンクリート）：木片チップをセメントモルタルでコーティングしたもの。生分解が進みにくいため、一般的なウッドマルチより耐久性が高い。河川堤防の雑草対策で実績がある²⁾。

3. 試験方法

3.1 試験区の設定

試験地の位置を図-1に示す。試験地は兵庫県神戸市北区に600 m²（メガソーラー発電事業計画地，以下 A 試験地），および大阪府大阪市此花区に350 m²（メガソーラー発電事業計画地隣接地，以下 B 試験地）を2012年4月に設置した。前者はゴルフ場跡地の山間部で，主にススキ（*Miscanthus sinensis* Andersson.），セイタカアワダチソウ（*Solidago canadensis* var. *scabra*），クズ（*Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi）の大型雑草が繁茂，後者は埋立て臨海部で，主にセイバンモロコシ（*Sorghum halepense* (L.) Pers.），セイタカアワダチソウ，クズの大型雑草が繁茂する状況であった。そこで，試験条件を整えるため，試験区を設置する前には，徹底した除草を行った。まず，草刈機械で地上部の刈込みを行い，地下部に残った大きな株や根はバックホウで除去した。

図-2 A 試験地概要図

図-3 B 試験地概要図

そして，表土の厚みと硬さを均等化するため，農業機械で深さ20cmまで耕耘して整地した。さらに，A 試験地では試験区の周囲5mを除草した。B 試験地では四方を囲むフェンスに絡みついたクズなどを除去した。

試験区の概要を写真-1，写真-2，図-2，図-3に示す。砕石は10cmの厚みで敷均して，土壌改良材は土壌厚10cmに対し30%の体積率で混合して，それぞれ転圧を行った。ティフブレアとTM9は，マット状のソッド芝をベタ張り，防草シートはロール状のものを敷設した後，ペグで固定した。チップクリートは，縦横50cm，厚み3cmのボード状の製品を敷設し，釘で固定した。

3.2 モニタリング方法

モニタリングは2012年4月～2013年11月に行った。雑草の刈込み基準を設定し，月に1回，刈込みの判断を行い，基準を超えた試験区は刈込みを実施した。刈込みの基準は，太陽光発電パネルの前面の高さを50cmと想定し，この高さ以上の雑草が1m²当り1本以上，かつ各資材の試験区の50%

以上に生育している場合に刈込むこととした。刈取った草は、土嚢袋に詰めて室内に持ち帰り、秤で g (グラム) 単位で生重量を測定した。

3.3 気象条件

モニタリング期間中の各試験地近傍の気象台データ (A 試験地: 三木, B 試験地: 大阪) の平均気温, 降水量, 日照時間の平年値を利用した。A 試験地の 2013 年の日照時間は, 1 割多い 2,300 時間であった。B 試験地の 2012 年の降水量が平年値より約 400 mm 多かった。それ以外の項目は, 平年値と同程度の値で, 異常な気象条件はなかった。

4. 試験結果

4.1 刈込み回数

4.1.1 1年目の状況

試験開始後, 初めての刈込みは両試験地とも, 2012 年 7 月に実施した。一方, 最終の刈込みは, 雑草の生長が止まるため両試験地とも 11 月であった。A 試験地は, 砕石区と防草シート区は一度も刈込みを実施しなかった。無体策の対照区と土壤改良材区は 3 回, TM9 区が 2 回, ティフブレア区とチップクリート区が 1 回であった。各試験区に繁茂する雑草の種類は, 大型雑草を含めて多様であった。ティフブレア区とチップクリート区ともに, 資材敷設時の目地部分から生育する雑草が目立った。

B 試験地では, 各資材の比較区を 5 ブロック設け, それぞれの平均値で評価した。多い順に土壤改良材区が 2.8 回, 対照区が 2.6 回, 砕石区が 1.8 回であった。ティフブレア区, TM9 区, 防草シート区, チップクリート区は 0 回であった。各試験区に繁茂する雑草の種類が少なく, 大型雑草が目立った。

4.1.2 2年目の状況

2 年目の最初の刈込みは両試験地とも 5 月に実施し, 最終は 10 月であった。A 試験地は, 多い順に対照区が 4 回, 砕石区が 3 回, 土壤改良材区が 2 回, ティフブレア区が 1 回,

TM9 区, 防草シート区, チップクリート区は 0 回であった。雑草の種類は 1 年目に引続き多様であった。

B 試験地では, 多い順に対照区が 3.2 回, 土壤改良材区が 3 回, 砕石区が 2.6 回, TM9 区, チップクリート区が 0.4 回, ティフブレア区が 0.2 回, 防草シート区が 0 回であった。雑草の種類は 1 年目と同様であった。

2 年目と 1 年目と刈込み回数を比較した結果, 増加したのは A 試験地で対照区と砕石区, B 試験地は全区だった。B 試験地は大型雑草が多いため, 刈込み回数が増えたと考ええる。

図-4 に年間当りの刈込み回数を示す。ティフブレア区, TM9 区, 防草シート区, チップクリート区は, 平均 1 回/年以下で, 対照区の 3 回/年に比べて大幅に少ないことが分かった。

4.2 刈草重量

4.2.1 1年目の状況

A 試験地は, 対照区と土壤改良材区で 7 月, 8 月, 11 月に測定した。対照区は 210~360 g/m², 土壤改良材区は 80~340 g/m² で, 月ごとにばらつきがあった。TM9 区は 8 月, 9 月で, 35~36 g/m² であった。ティフブレア区は 7 月で 107 g/m², チップクリート区は 8 月で 30 g/m² であった。

B 試験地では, 5 ブロックの平均値で評価した。対照区は 7 月~10 月の毎月測定した。値は月ごとにばらつきがあり 160~340 g/m² であった。砕石区は 7~9 月の毎月で 60~170 g/m², 土壤改良材区は 7~11 月の毎月で, 30~270 g/m² とそれぞればらついた。

4.2.2 2年目の状況

A 試験地は, 対照区で 6~9 月の毎月測定し, 50~380 g/m², 砕石区は 6 月, 7 月, 10 月で, 20~150 g/m² とばらつきがあった。土壤改良材区は 6 月と 10 月で, 両月とも 280 g/m² と同じ値であった。ティフブレアは 5 月で 80 g/m² だった。

B 試験地では, 対照区と砕石区は 5~7 月, 10 月でそれぞれ 210~510 g/m², 40~370 g/m² だった。土壤改良材区は 5~9 月の毎月で 40~390 g/m² とばらつきがあった。ティフブレア区は 5 月に 7 g/m², TM9 区は 9 月に 17 g/m², チップクリート区は 5 月と 7 月にそれぞれ 60 g/m², 30 g/m² であった。

2 年目に 1 年目より刈草重量が増加したのは, A 試験地は砕石区, B 試験地では全区であった。B 試験地は, 刈取った種類に大型雑草が多かった影響と考える。

図-5 に単位面積当たりの刈草重量を, 図-6 に 1 回当たりの平均刈草重量を示す。刈草重量は, ティフブレア区, TM9 区, 防草シート区, チップクリート区の値が, 無体策の対照区より大幅に少なく, 雑草抑制の効果が高かった。

5. ライフサイクルコストの検討

5.1 検討条件

2 年間のモニタリングによる各資材の刈込み回数と刈草重量のデータから, メガソーラー発電事業期間を 25 年に設定してライフサイクルコストを検討した。イニシャルコストは

図-4 年間当たりの平均刈込み回数

図-5 単位面積当たりの刈草重量

図-6 刈込み1回当たりの刈草重量

各資材の価格と施工費を合わせた直接工事費を算出した。ランニングコストについては、事業用地が広大なことから、刈込みに用いる機械は、河川堤防などで使用されている大型の刈込み機とし、パネル下などの狭隘部の一部は肩掛式刈込機で作業する条件とした。また、刈草の処分も必要なため、刈込み後は刈草を乾燥させず、短時間のうちに事業地近傍の処分場に持ち込む条件とした。また各資材の性能は継続的に維持するものとし、防草シートのみ一度張替えることとした。

5.2 ライフサイクルコストの試算結果

検討条件から算出したライフサイクルコストを図-7に示す。グラフのY軸の値は、対照区のコストが25年後に100となるよう算出した度数である。25年後の結果は、対照区と比較し、多い順に土壌改良材が94、チップクリートが65、

図-7 ライフサイクルコスト試算結果

砕石が63、TM9が40、ティフブレアが39、防草シートが32でいずれも対照区より低くなった。インシヤルコストが高いと、ランニングコストが低くてもトータルでは高くなり、逆にインシヤルコストが低くてもランニングコストが高いと同様の結果となった。

6. まとめ

メガソーラー発電用の雑草抑制資材を選定し、その性能を比較する実証試験を山間部と臨海部の2つの試験地で実施した。2年間のモニタリング結果から刈込み回数と刈草重量データを取得した後、発電事業期間中のライフサイクルコストを検討した。本試験はあくまでも一例であり、実際に雑草抑制資材を使用する際は、各メガソーラー事業地の気候、土壌、植生環境、周辺環境等を考慮に入れた上で、かつ雑草対策の技術は一本化が難しいため、現場状況に応じた最適方法を組み合わせることが望ましいと考える。今後は更なるデータの蓄積に努め、メガソーラー発電用地のみならず、河川堤防、工場敷地、道路法面などの大規模緑地の雑草対策にも生かしていきたい。

引用文献

- 1) 杉本英夫・森田晃司・十河潔司・山田宏 (2010) 木片コンクリートによる緑化技術, コンクリート工学会誌, 48 (9) : 115-119.
- 2) 杉本英夫・十河潔司・森田晃司・山田宏 (2012) 環境緑化に利用する木片コンクリートの浸食耐性について, 土木学会第67回年次講演会, CS12-005 : 9-10.

(2014.6.2 受理)