

4.3.3 生態系

(1) 環境保全の取り組みの状況

1) 環境保全措置の内容

a. 生態系の概要

集積場で表土活用工を実施するにあたり、以下に示すとおり平成 18～19 年にかけて実施した現地調査の結果をふまえた生態系の概要を整理し、実施内容の詳細を検討した。

① 植生の構造

草地のススキ-ネザサ群落の階層構造を図 165 に示す。ススキ-ネザサ群落では、高さ約 1～2m のネザサが繁茂し、一部にススキが混生した状態となっていた。そのほか、クズやセイタカアワダチソウ、ワラビ、サルトリイバラ、ヤナギアザミなどの生育も確認された。

平尾台の台地上では、野焼きが行われることによって植生がススキ-ネザサ群落に維持されている。例年、野焼きが行われる範囲と野焼きの行われない範囲の植生を比較すると、写真 77 に示すように、野焼きが行われる場所の植生は、一面がネザサに覆われ、群落の高さは約 1m 程度であるが、野焼きが行われない場所の植生は、ネザサ以外のセイタカアワダチソウなどの植物の侵入が目立ち、群落の高さは 1.5～2m 程度と高くなっていた。

草地では、ススキ-ネザサ群落以外に、ススキ-セイタカアワダチソウ群落、セイタカアワダチソウ群落や、その他の草本群落がみられた。各群落内にみられる植物種は、ススキ-ネザサ群落、その他の草本群落ともほぼ共通しており、その他の草本群落の高さは約 1～2m であった。

これら草地の各群落における植生の階層構造は、草本層の 1 層と単純で、多くの場所で植被率（植物が地面を覆う比率）は 90%以上と高かった。また、これら草地では、野焼きの実施や土地の改変後の経過年数などにより樹木の侵入がほとんどないため、階層構造が単純で、草本類が密生していた。

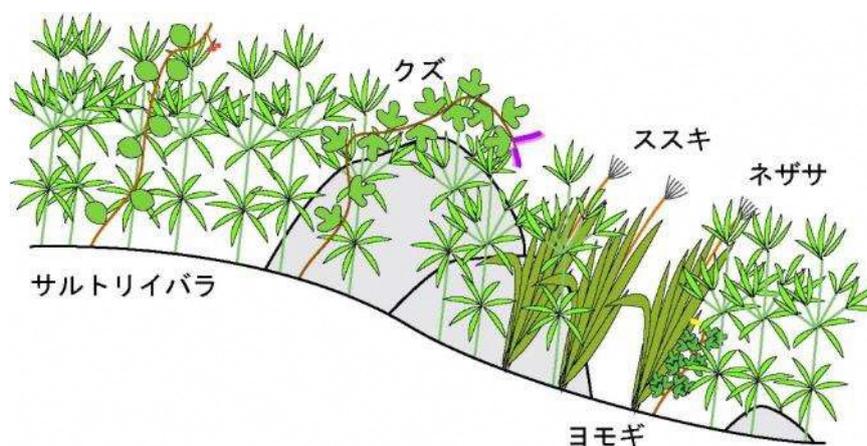


図 165 ススキ-ネザサ群落の階層構造

野焼きあり



野焼きなし



写真 77 ススキ-ネザサ群落の外観

② 動物の分布と環境の利用状況

ススキ-ネザサ群落等の草地における動物の分布と環境の利用状況（餌場、繁殖場等の利用）を整理する（図 166、写真 78）。

本生態系を特徴づける陸生貝類のナカヤママイマイは平尾台周辺のみ分布する福岡県の特産種であり、草地に露出する石灰岩の根元や窪地の斜面で土壤に湿り気のある場所で多くの個体が確認された。また、樹林地の落ち葉の積もった地表面や朽ち木に着生する個体もみられた。本種の卵や幼貝は、湿り気のある草地の石灰岩の裏面や側面、地表面で確認されており、本種の生息には適度な土壤水分を維持する植生や地表面の状態と石灰岩の露出する地形が重要な要素と考えられる。そのほか確認された陸生貝類はキュウシュウシロマイマイ、オキギセル、シリオレギセル等であり、オキギセル、シリオレギセルは草地や樹林地の落ち葉、朽ち木の表面や裏面、石灰岩の根元などの湿り気のある場所を主体に確認された。キュウシュウシロマイマイは、草地や樹林地の地表のほか、ネザサの葉上やアオキの葉裏にも分布していた。これら陸生貝類は、草地や樹林地に落ち葉等が積もって適度な土壤水分があり、石灰岩の露出する場所の地表面や植物上を利用していると考えられる。

哺乳類では、台地上や傾斜地上部の草地において、カヤネズミ、アカネズミ、ヒメネズミ、ノウサギ、コウベモグラ、タヌキ、キツネ、テン、イタチ属の一種、アナグマ、ニホンイノシシ等が確認された。カヤネズミはススキで構成される草地で、草の上に巣をつくる。アカネズミやヒメネズミ、ノウサギなどは地面に巣をつくる。これら小型の哺乳類は、種子や果実、昆虫類などを餌とするので、餌の一部を樹木の果実に依存しながら生息していると考えられる。また、傾斜地の樹林地や草地では、ニホンジカの分布が確認された。

鳥類では、台地上や傾斜地上部の草地では、開けた場所を好み、草地に巣をつくるヒバリ、セッカ、ホオアカ等の小型鳥類や、ノスリ、ハヤブサ、チョウゲンボウの開けた場所で狩りをする猛禽類が確認された。そのほか、樹木に営巣し、樹林を主な餌場にするキジバト、ヤマガラ、アオゲラ等が樹林地やその周辺の草地で確認された。このように、事業実施区域とその周辺では餌場や繁殖場を草地に依存する種と、樹林地に依存する種がともに生息している。鳥類は、飛翔により広い範囲を移動できるため、事業実施区域の草地、樹林地あるいはその周辺の環境を広く利

用して、生息していると考えられる。

爬虫類、両生類では、草地や樹林地、採掘場等の広い範囲でカナヘビやアマガエルが確認され、そのほか草地ではニホンアカガエル、樹林地ではヤマカガシ、タゴガエル等もみられた。調査地域には、草地や採掘場等の開けた環境が多いため、比較的乾燥した場所に住むカナヘビ、アマガエルが多いと考えられる。また、水路や水たまりではカエル類の産卵が確認されており、カエル類は点在する数少ない水辺に依存して繁殖していると考えられる。

昆虫類では、開放的な環境に生息する種が主体となっており、草地や裸地の地面を徘徊するオサムシ類、コオロギ類やイネ科、キク科、ウリ科などの草本に依存しているバッタ類、カメムシ類、メイガ類が確認された。これら昆虫類は、草地に生える草本や地表の落ち葉、小動物等を餌にしており、一方で哺乳類や鳥類、爬虫類、両生類の餌生物になっていると考えられる。

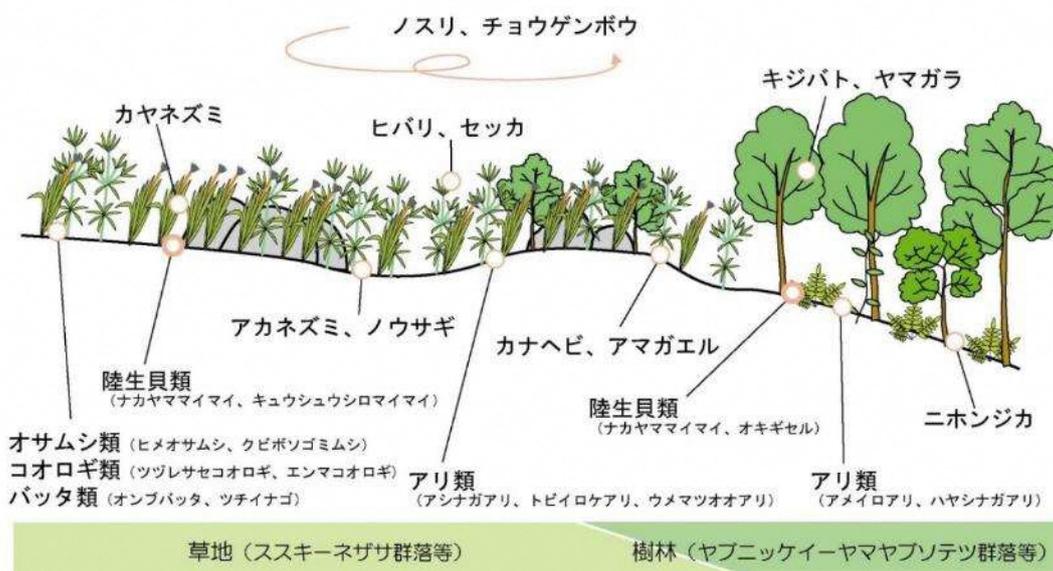


図 166 調査地域における動物の分布



写真 78 確認された動物

以上、「樹林が点在するススキ-ネザサ群落等からなる草地並びにナカヤママイマイ等の陸生貝類（典型性）」については、本生態系を特徴づける陸生貝類の生息状況から、草地や樹林地に落ち葉等が積もって適度な土壤水分があり石灰岩の露出する場所が、陸生貝類の生息環境になっていると考えられる。また、哺乳類や鳥類では草地を好む種とともに、樹林の木本に繁殖場（営巣地）や餌場を依存する種がみられ、爬虫類や両生類では、ススキ-ネザサ群落等の草地に生息している種が多くみられた。昆虫類では、草地や裸地に分布する種のほかに、樹林に特徴的な種の分布も確認された。

これら陸生貝類をはじめとする動物の生息を支える草地と樹林地は、それぞれの種の繁殖場や餌場として機能しており、動物の移動や餌の捕食によって、これら植物・動物がひとつのまとまりを形成していると考えられる。

b. 環境保全措置の実施内容

生態系の環境保全措置としては、新設集積場の法面の整形に剥土エリアの表土を用いることにより、植生を早期に回復し、動物の生息環境となるように整備する。実施内容は図 167 に、実施場所は図 168 に示すとおりである。

新設集積場の表面積は 23 万 m² となる見込みであり、このように大規模なススキ-ネザサ群落の緑化の試みは前例がないことから、施工前に基盤環境の確認と試験施工、施工方法の検討を行った。剥土エリアでは、剥土を行う前にススキ-ネザサ群落の根の深さ等の基礎情報を収集した (STEP 1)。

既設集積場の試験区では、黒土混入率による植被率、生育速度及びガリーの形成の違いを確認するため、法面と犬走りにおいて合計 6 区画を整備して植生の回復を比較し (STEP 2)、新規集積場では表土の黒土混入率は 30% で施工することとした (STEP 3)。

新設集積場では、全ての法面で目標とする植生の回復と、陸生貝類の生息が可能な環境の成立を目指した。

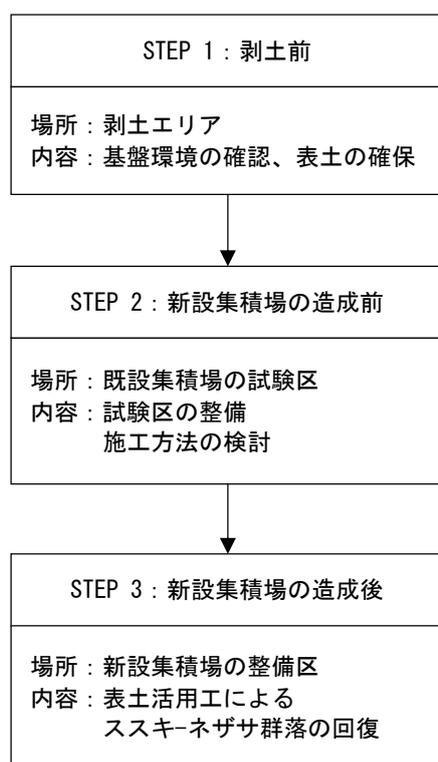


図 167 生態系の環境保全措置の概要

※本図は、重要な種の保護の観点から、非掲載とする。

図 168 生態系の環境保全措置を実施する場所

c. 作業の実績

① 基盤環境の確認（平成 21 年度実施）

改変エリアのススキ-ネザサ群落を対象に、基盤環境（根の分布（深さ）、土壌の種類・厚さ）を確認した。調査結果は表 79 に、ススキ-ネザサ群落の掘削断面は写真 79 に示すとおりである。

ネザサの草丈が 120～160cm の地点においては地下茎が 18～68cm の深さで見られ、その平均は 35cm であった。また、地表付近に存在する根・種子を含む黒土の厚さは 15～20cm であった。

表 79 ススキ-ネザサ群落の基盤環境

項目	地点-1	地点-2	地点-3	地点-4	地点-5	地点-6
ネザサの草丈 (cm)	150	150	160	140	120	150
地下茎の深さ (cm)	22 (10～20 に集中)	22 (5～20 に集中)	22 (10 前後に集中)	57 (10 前後に集中)	18 (10 前後に集中)	68 (20 前後に集中)
細根の深さ (cm)	57	60	62	90	57	82
表土（黒土）の厚さ (cm)	15	15	15	20	20	20



写真 79 ススキ-ネザサ群落の掘削断面

② 試験区の整備（平成 21 年度実施）

ススキ-ネザサ群落の移植後の生育状況は、地形と表土の厚さの生育基盤の違いにより異なると考えた。既設集積場では、生育基盤の違いによるススキ-ネザサ群落の生育速度の違いを把握するため、表土の条件の異なる区画を犬走りと法面にそれぞれ 3 区画（約 30 m²/区画）を整備した（図 169）。

施工の状況は写真 80 に示すとおりである。表土は、ススキ-ネザサ群落が成立している場所で確保した。掘削した断面を確認すると、地表から 15~20cm にススキ-ネザサ群落の根や種子を含む黒土が存在し、これより下層は赤土であった。実験に用いる表土は掘削深度を下記の 3 ケースとすることにより、黒土混入率を 50%、30%、10%とした。犬走りと法面では、現況地盤をそれぞれ約 50cm と約 40cm 剥ぎ取り、ここに同量の表土を撒きだし、施工後に表土が流亡しないように敷きならした。施工完了後の試験区の外観は写真 81 に示すとおりである。

試験区では、黒土混入率の違いによる生育速度の差や法面におけるガリーの形成についてモニタリングを実施した。

【実験に用いる表土の掘削深度】

- ・ 掘削深度 約 30cm → 黒土 50%、赤土 50%
- ・ 掘削深度 約 50cm → 黒土 30%、赤土 70%
- ・ 掘削深度 約 100cm → 黒土 10%、赤土 90%

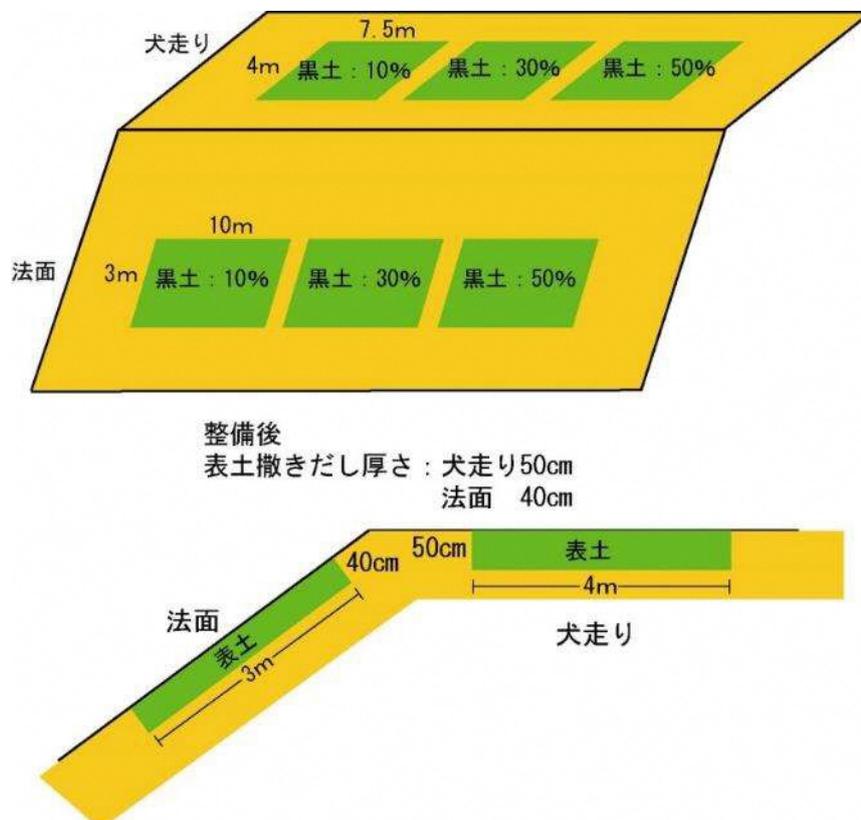


図 169 試験区の区画条件

表土の掘削



現況地盤の掘削



表土の撒き出し



敷きならし



写真 80 施工の状況

犬走り（黒土混入率 50%）



犬走り（黒土混入率 30%）



犬走り（黒土混入率 10%）



法面施工の完了

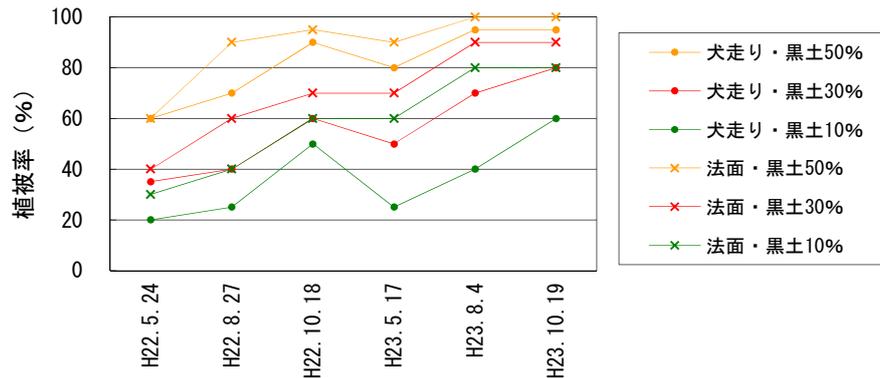


写真 81 試験区の外観（平成 21 年 9 月 11 日）

③ 試験施工の結果（平成 22～24 年度実施）

試験区の植被率は図 170 に、定点写真は写真 82～写真 84 に示すとおりである。

平成 23 年 10 月の植被率は、黒土混入率 50%の区画で高く、犬走り 95%、法面 100%であった。黒土混入率 30%の区画は 70%と 90%、黒土混入率 10%の区画は 40%と 80%であり、施工から 2 年が経ち、混入率に応じた植被率がみられた。黒土混入率 50%と 30%は、いずれの区画も植被率 80%を超えており、同等の繁茂状況がみられた。法面における土壌の流亡は、いずれの区画もほとんどみられなかった。



備考) 植被率は、対象区域のうち植物に被われた場所の割合を目視でとらえ記録したものである。

図 170 試験区の植被率

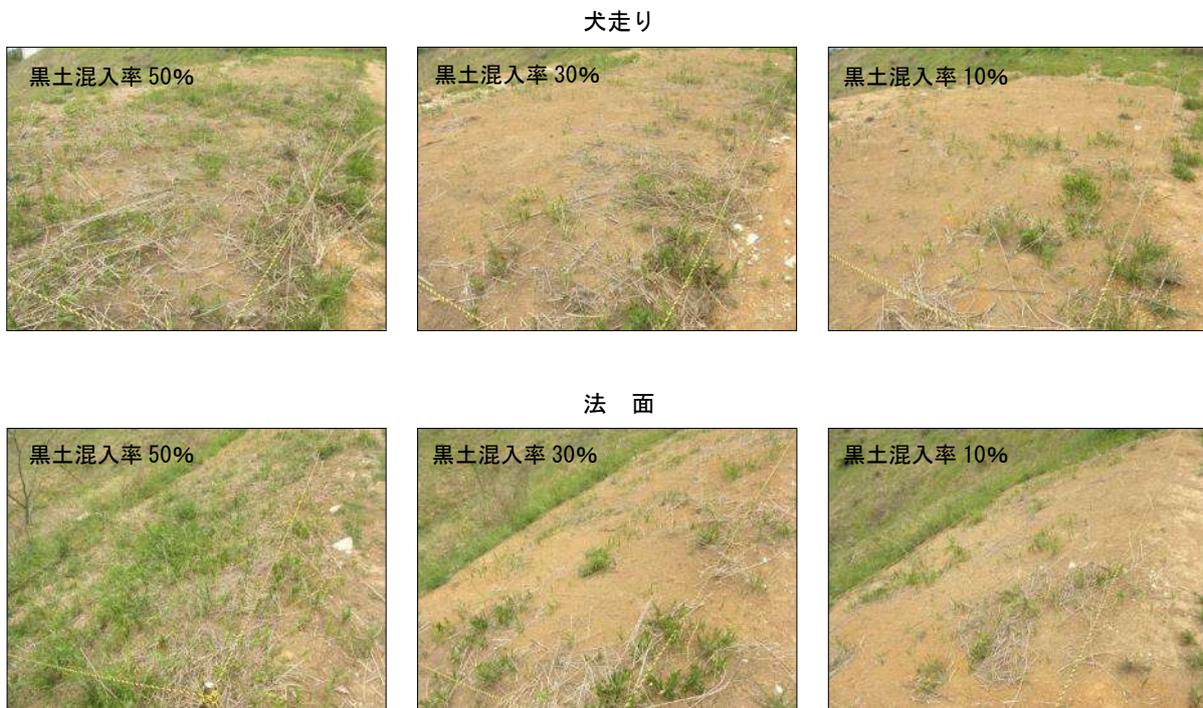
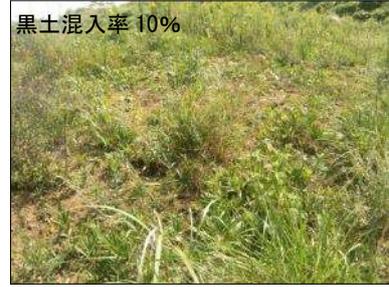
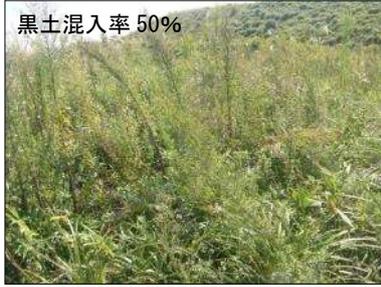


写真 82 試験区の状況（平成 22 年 5 月 24 日）

犬走り



法面

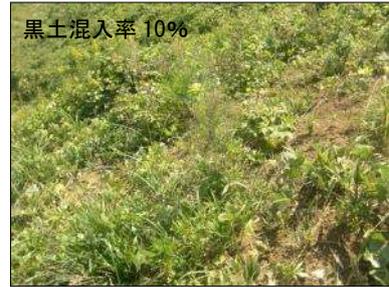
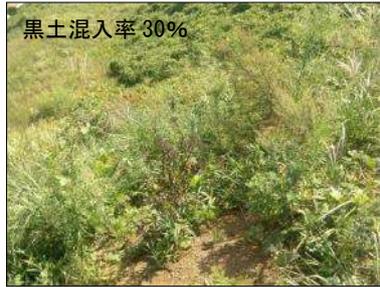
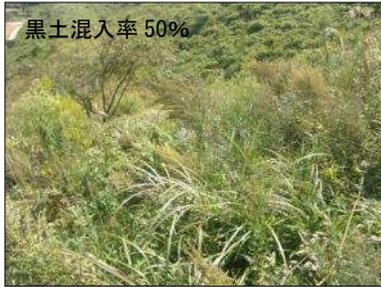
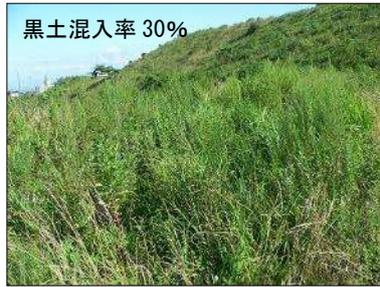
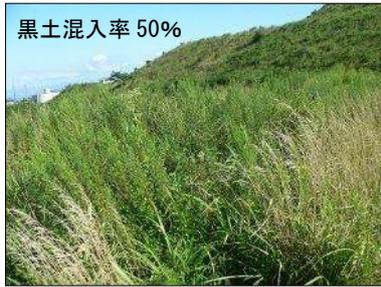


写真 83 試験区の状況（平成 22 年 10 月 18 日）

犬走り



法面



写真 84 試験区の状況（平成 23 年 8 月 4 日）

④ 新設集積場における植生の回復（平成 23 年 4 月開始、継続中）

新設集積場では、試験施工の結果から黒土混入率 30%の表土を法面に撒き出して植生を回復することとした。剥土エリアでは掘削深度 50cm で表土を剥ぎ取り、集積場で撒き出すまで一時的に積み上げて保管する。保管期間が長くなると乾燥により枯死することが考えられるため、3 カ月以内に施工することとした（写真 85～写真 88）。

新設集積場における植生の回復の作業は、これまでに計画面積の 141%を完了している（図 171）。なお、平成 28 年 3 月以降は、拡大した集積場を対象に表土活用工を行っており、集積場の造成が完了するまで継続する計画である。



写真 85 撒き出し前の状況



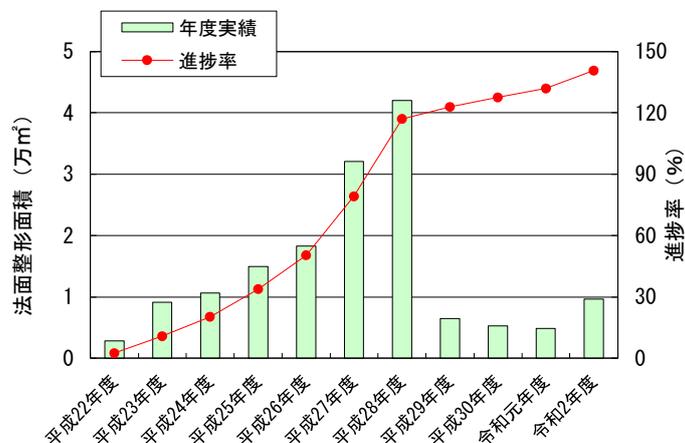
写真 86 撒き出しに用いる表土



写真 87 表土の撒き出し



写真 88 施工後の状況



備考) 工事の進捗率が 100%を超えるのは、平成 28 年度に現計画で拡大した集積場を表土活用工の対象としたためである。

図 171 法面整形の進捗

2) 事後調査の内容

新設集積場の法面では、事業着手前の植生である“ススキ-ネザサの優先する草地の回復”を目指し、剥土エリアのススキ-ネザサの根茎が混入している表土を用いて、表土活用工を施工している。

生態系に係る事後調査の内容は、表 80 に示すとおりである。平成 25～27 年度は現地調査を実施し、植生の回復状況を目視で確認した。事後調査中間報告書（平成 29 年 2 月）に対する意見を受けて、現地調査は 5 年毎に実施することとなっており、令和 2 年度は現地調査を行い、表土活用工の履歴を図化するとともに、新設集積場におけるススキ-ネザサ群落の成立と遷移の状況、ナカヤママイマイ等の陸生貝類の生息状況を把握した。

現地調査は、各区画で 5～10 箇所には長さ 10m の調査区を設定し、各調査区の植被率と群落高、ススキ-ネザサ群落の被度^{注)}・群度、その他草本類（低木を含む）の被度^{注)}・群度、各区画の群落高や代表的な出現種を記録した。

調査の結果は、区画ごとに集計し、ススキ-ネザサ群落の回復の程度を考察した。また、各区画で 2m×4m の調査区を設定し、各調査区に生息する陸生貝類の種数と種別個体数を記録した。

表 80 生態系の調査内容

調査対象	調査方法	調査エリア	期間等
樹林が点在するススキ-ネザサ群落等からなる草地	植生の回復状況を目視観察	新設集積場 (表土活用工を実施した場所)	平成 25 年 5 月 2 日、 11 月 28 日 平成 26 年 11 月 27、28 日 平成 27 年 11 月 25～27 日 令和 2 年 10 月 26～27 日
陸生貝類	コドラー ト (2m×4m) 内を目視確認		平成 26 年 6 月 23 日 令和 2 年 10 月 26～27 日

^{注)}被度：植被率を階級で示したもの。

5：75-100% 4：50-75% 3：25-50% 2：10-25% 1：1-10% +：1%以下

3) 環境保全の取り組み一覧

生態系の環境保全措置と事後調査の実施状況は、表 81 に示すとおりである。

表 81 環境保全措置と事後調査の実施状況

調査年度	環境保全措置			事後調査	
	表土活用工			生育状況の確認	陸生貝類の生育状況
	基盤環境の確認	生育状況の確認	表土活用工の実施		
	改変区域	試験区	新設集積場	新設集積場	
平成 21 年度	H21.9 実施	H21.9 整備	—	—	—
平成 22 年度	—	H22.5~ H23.10 確認	—	—	—
平成 23 年度	—	—	H23.4 開始	—	—
平成 24 年度	—	—	—	—	—
平成 25 年度	—	—	—	2 回	—
平成 26 年度	—	—	—	1 回	1 回
平成 27 年度	—	—	—	1 回	—
平成 28 年度	—	—	—	—	—
平成 29 年度	—	—	—	—	—
平成 30 年度	—	—	—	—	—
令和元年度	—	—	—	—	—
令和 2 年度	—	—	—	1 回	1 回

(2) 事後調査の結果

1) 表土活用工の施工状況

表土活用工の施工時期及び経過年月は表 82 に、生態系の調査エリアは図 172 に示すとおりである。

令和 2 年度までに、区画 1～区画 19 の 19 区画の表土活用工が行われており、区画の一部ではススキ-ネザサ群落の回復が確認されている。

表 82 表土活用工の施工時期及び経過年月

区画	施工時期	経過年月*	施工面積(m ³)	累計施工面積(m ³) (施工進捗**・%)
1	平成 23 年 1 月～3 月	10 年	2,802	2,802 (2.5%)
2	平成 23 年 4 月～8 月	9 年 7 ヶ月	9,138	11,940 (10.8%)
3	平成 23 年 9 月～平成 24 年 2 月	9 年 1 ヶ月		
4	平成 24 年 3 月～8 月	8 年 7 ヶ月	10,632	22,572 (20.3%)
5	平成 24 年 9 月～平成 25 年 2 月	8 年 1 ヶ月		
6	平成 25 年 3 月～8 月	7 年 7 ヶ月	14,980	37,552 (33.8%)
7	平成 25 年 9 月～平成 26 年 3 月	7 年		
8	平成 26 年 4 月～6 月	6 年 9 ヶ月	50,351	87,903 (79.2%)
9	平成 26 年 7 月～平成 27 年 6 月	5 年 9 ヶ月		
10	平成 27 年 7 月～9 月	5 年 6 ヶ月		
11	平成 27 年 10 月～11 月	5 年 4 ヶ月		
12	平成 28 年 4 月～9 月	4 年 6 ヶ月	41,980	129,883 (117.0%)
13	平成 28 年 10 月～平成 29 年 3 月	4 年		
14	平成 29 年 4 月～8 月	3 年 7 ヶ月	6,497	136,380 (122.8%)
15	平成 29 年 9 月～平成 30 年 2 月	3 年 1 ヶ月		
16	平成 30 年 2 月～平成 30 年 8 月	2 年 7 ヶ月	5,243	141,623 (127.6%)
17	平成 30 年 9 月～平成 31 年 2 月	2 年 1 ヶ月		
18	平成 31 年 3 月～令和 2 年 2 月	1 年 1 ヶ月	4,813	146,436 (131.9%)
19	令和 2 年 3 月～令和 3 年 2 月	11 ヶ月	9,669	156,105 (140.6%)

備考)・令和 3 年 2 月までの経過年月を示す。

・新設集積場の表面積 23 万 m² に対する進捗状況を示す。

※本図は、重要な種の保護の観点から、非掲載とする。

図 172 生態系の調査エリア（表土活用工の履歴）

2) 新設集積場における植生の回復

a. 植被率の推移

各区画における植被率の推移は図 173 に示すとおりである。施工から 5 年以上経過した区画 1～区画 6 では、植被率が 90%以上となっており、植生の回復がみられた（写真 89）。

平成 28 年度以降に新設した区画 7 以降の集積場では、区画 7、区画 8 で植被率が 80～90%、区画 9、区画 10、区画 12 で 60～70%、区画 11 で約 30%、区画 13 で約 15%となっており、これまでの推移をみると、いずれの区画も今後、植被率の増加（＝植生の回復）が見込まれる。

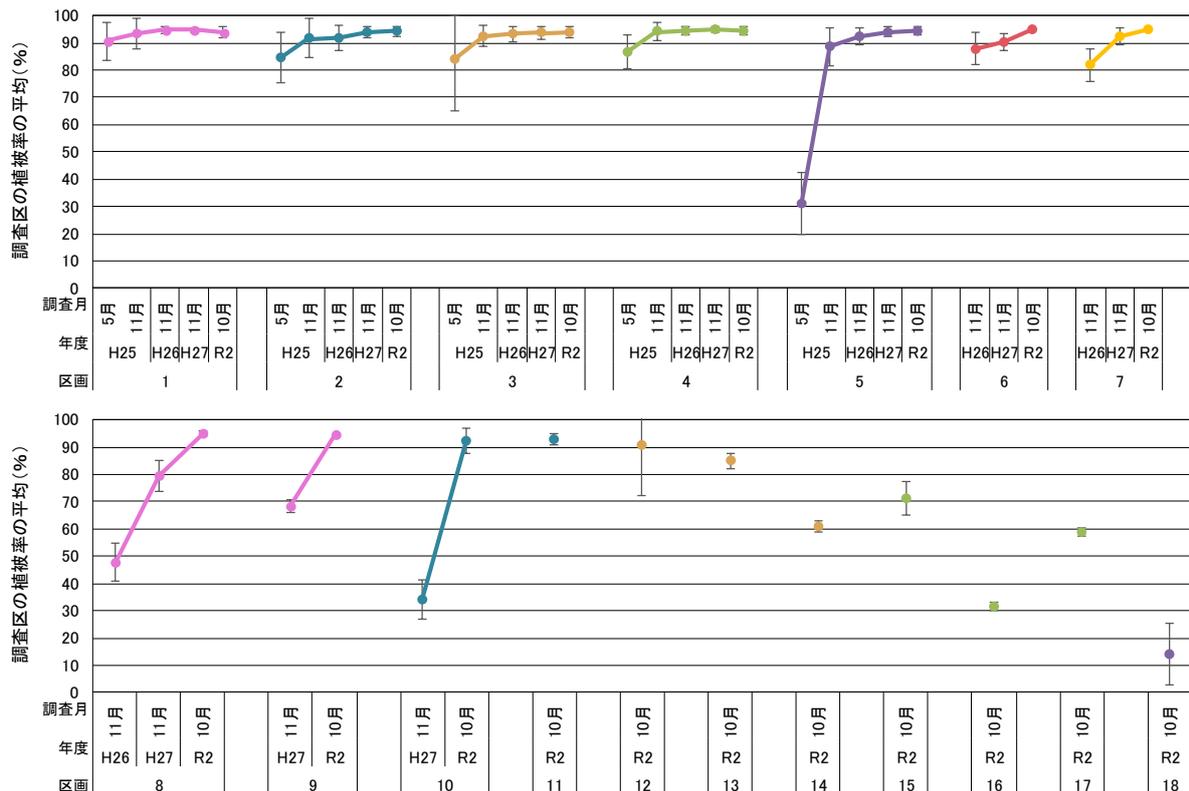


図 173 区画 1～区画 18 の植被率の経時変化
(平成 25 年 5 月～令和 2 年 10 月の平均値±標準偏差)



写真 89 新設集積場の状況

(左：施工後 5 年以上が経過した区画 1～区画 5、右：施工後 5 年未満の区画 11～区画 18)

b. 被度の推移

各区画のススキ・ネザサの被度の推移は図 174 に、その他草本類（セイタカアワダチソウ・ヨモギなど）の被度の推移は図 175 に示すとおりである。

ススキ・ネザサの被度は、区画 1～区画 7 で 65%以上と高く、一方で施工から 8 年半以上が経過した区画 1～区画 3 は、セイタカアワダチソウ、ヨモギなどのその他の草本類（低木を含む）の被度が高くなる傾向がみられ、区画 1 の一部には、高さ 3～5m のアカメガシワ、クマノミズキ、ヌルデ等の低木の侵入がみられた。

施工後の初期は、区画 13～区画 17 でみられるように、セイタカアワダチソウやヨモギなどの草本類が優占するが、その後はこれらの植物の生育が抑制されススキ・ネザサが優占する群落になっており、いずれの区画においても同様の植生に遷移するものと予測される。

なお、ススキ・ネザサ群落に加えて、その他草本類の植被率が高くなった区画 1～区画 3 は、樹林が分布する迷路カルストの直近に位置しており、迷路カルストに繁茂する樹木の一部が進入しているものと考えられる。

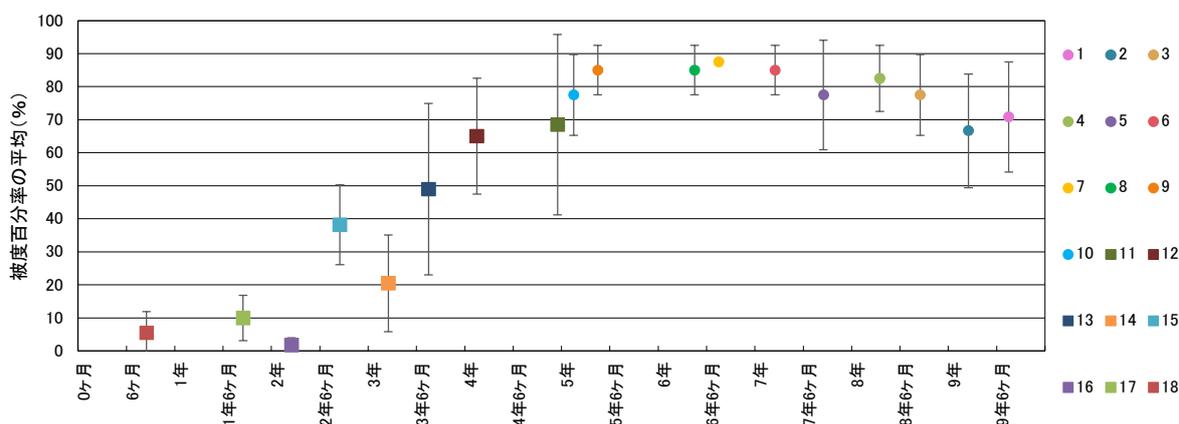


図 174 区画 1～区画 18 のススキ・ネザサの被度（平均値±標準偏差）

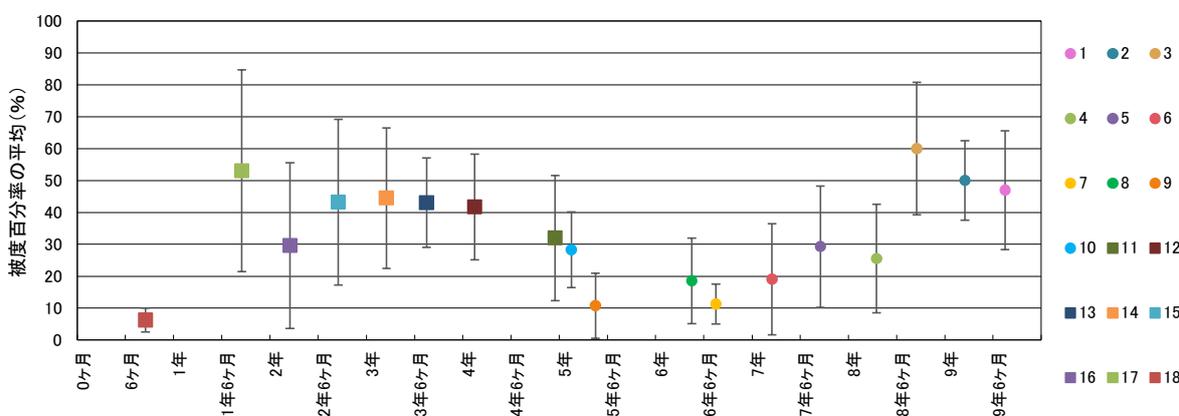


図 175 区画 1～区画 18 のその他草本類（低木を含む）の被度（平均値±標準偏差）

3) 陸生貝類の生息状況

調査は、各区画で 2m×4m のコドラートを置き、コドラート内の陸生貝類の生息状況（種類と種別個体数）と植物の植被率を確認した。各コドラートの調査時間は 30 分間とした。

最新の令和 2 年度における陸生貝類の確認個体数と植被率は表 83 に示すとおりであり、新設集積場ではナミギセル、フリーデルマイマイ、キュウシュウシロマイマイ、ナカヤママイマイの 4 種を確認した（写真 90）。

陸生貝類を確認した区画は、施工完了後 5 年以上経過した区画 1～区画 10 であり植物の根元、茎や葉で確認した。陸生貝類を確認した区画は、いずれも植被率が 90%以上と高い。また、区画 1～区画 3 は陸生貝類が多く生息する迷路カルスト及びその周辺の草地に隣接していることから、陸生貝類が新設集積場に徐々に侵入し、分布を広げているものと考えられる。

一方、区画 11～区画 18 については、区画 1～区画 10 に比べて植被率が平均 63%（14～93%）と低く、ススキ・ネザサが群落として成立していないため、集積場の地表面は乾燥しやすい状態であり、陸生貝類の生息には適していないものと考えられる。

表 83 陸生貝類の調査区画別の確認種及び個体数

調査区画	確認種：個体数	植被率 (%)
区画 1	ナカヤママイマイ：1 個体	94
区画 2	確認種なし	94
区画 3	フリーデルマイマイ：1 個体	94
区画 4	ナカヤママイマイ：1 個体	95
区画 5	ナミギセル：3 個体 キュウシュウシロマイマイ：1 個体 ナカヤママイマイ：1 個体	95
区画 6	キュウシュウシロマイマイ：1 個体	95
区画 7	確認種なし	95
区画 8	確認種なし	95
区画 9	キュウシュウシロマイマイ：1 個体	95
区画 10	ナミギセル：1 個体 キュウシュウシロマイマイ：1 個体	93
区画 11～区画 18	確認種なし	14～93 (平均 63)



写真 90 確認された陸生貝類

(3) 現状の評価と今後の取り組み

「樹林が点在するススキ-ネザサ群落等からなる草地並びにナカヤママイマイ等の陸生貝類(典型性)」に係る環境保全措置は、集積場の造成時に種子や根を含む黒土を表土として用いることにより、早期に植生を回復し、動物に適した生息環境となるように整備するものである。

現在は、既設集積場の試験区で得られた知見をふまえて施工方法(施工に用いる黒土は、ススキ-ネザサ群落の成立状況と表土の有効利用の観点から黒土混入率 30%とする)を決定し、表土活用工を進めている。

現状の新設集積場では、ススキ-ネザサが順調に生育・繁茂し、法面において土壌の流亡がみられず、同様の施工を継続することにより、法面全体でススキ-ネザサ群落の成立を期待できる。

また、植物・生態系の有識者から、植物・生態系について評価基準を満足しており、環境保全措置で実施した表土活用工による植物群落の早期回復、その後の変遷を追った事後調査の結果は貴重な結果・事例との意見をいただいた。

また、ススキ-ネザサ群落が成立したエリアではナカヤママイマイ、ナミギセル等の陸生貝類の生息が確認され、法面の緑化が進み、ススキ-ネザサの植被率が高くなるにしたがい、生息個体数が増加すると予想される。

今後は、これまでと同様に表土活用工により集積場を形成するとともに、草刈り等の維持管理を行う。