

令和 5 年 4 月 20 日現在

機関番号：16201

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2021

課題番号：19K23680

研究課題名(和文) 緑化法面における植生回復及びその過程の評価に向けた法面植生の変遷の解明

研究課題名(英文) Study of vegetation transition on revegetated slopes for the evaluation of slope vegetation restoration and its process

研究代表者

小宅 由似 (Oyake, Yui)

香川大学・創造工学部・助教

研究者番号：30846176

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：造成から47-50年が経過した高速道路2路線(九州地方、東海地方)の法面において、植生ならびに土壌の調査を実施し、既往研究で植生の変遷や土壌発達の現況が示されている高速道路1路線(滋賀県)の法面との比較を通し、緑化法面における植生や土壌の変遷の地域差について検討した。遷移の進行は、近隣にみられる植生や気温の影響が考えられたものの、おおむね50年程度で落葉広葉樹林が成立する傾向が示された。土壌硬度より推定される土壌発達については、植生遷移の進行に伴う土壌発達の進行傾向がみられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

緑化法面においては植生回復のほか、防災機能の確保、管理労力の削減といった面からも植生遷移の仕組みを利用した森林の成立が望ましいとされている。一方で緑化法面では使用する緑化技術や資材の影響で成立植生が自然環境下における森林成立の過程とは異なる傾向を示すことも示唆されている。本研究において極力人為的影響を抑えた、牧草播種による初期の表土安定のみを行った法面の成立植生の変遷を示すことで、緑化技術や資材が成立植生に与える影響を比較検討できるようになる。

研究成果の概要(英文)：Vegetation and soil were surveyed on the artificial slopes of two expressways 47-50 years after construction in Kyushu and Tokai regions, and compared with the slopes on one expressway in Shiga Prefecture, where previous studies have surveyed vegetation transition and soil development. Although the progression of vegetation succession on the artificial slopes was considered to be influenced by the vicinity vegetation and temperature, the results indicated that deciduous broad-leaved forests tended to be established in approximate 50 years after construction. Soil development estimated from hardness showed that soil development tended to progress with the vegetation succession.

研究分野：緑化学

キーワード：緑化法面 成立植生 遷移系列 土壌硬度 タケ類 アカマツ

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日本は国土の 70%以上が山地または丘陵地である地理的条件ながら人口密度が高いため平地造成の需要が高く、特に 1960 年頃の高度経済成長期以降、大型住宅地、高速道路、新幹線の整備、及びそれに伴う副産物としての法面が多く造成された。法面は造成時点では表土が露出しており、表土侵食リスク低減のための安定工として緑化が実施されるケースが散見される。こうした緑化法面では、防災面、生態系回復、管理頻度の低減といった点から、植生遷移を利用して森林の成立を目指すことが望ましいとされており(山寺 1995)、10 年毎の定期的なモニタリングと緑化成績評価の必要性が指摘されている(吉田 2005)。一方で、現状の緑化成績の判定基準は施工後数年以内の植被率や導入植物の枯死率といった量的指標のみであり、植生回復を目標とする法面において適用可能な新たな評価基準の開発・策定が急務である(吉田 2009)。以上の背景を踏まえ、研究代表者は植生回復の過程をも評価しうる指標として植生の動態に着目し、これまでに日本最古の高速道路である名神高速道路のうち滋賀県下の法面を対象として、造成 53 年経過時点の植生及び土壌硬度の調査を行い、法面植生の変遷を推定した。調査時点の法面植生は落葉広葉樹林が成立している群落(通常遷移)と、つる性植物やタケ類により被覆され植生の経年変化が期待できない群落(偏向遷移)の 2 系列に大別され、偏向遷移への移行の指標として群落高 10m 未満、林床層の植被率が低い一山型の垂直構造、大型つる性植物の出現が挙げられた(Oyake et al. 2019)。この亀山(1978)、星子(1999)に続く研究は、53 年間という長期間にわたる法面植生の変遷を記録した希少な研究例であると言える。一方で、この研究成果は滋賀県下の高速道路 1 路線によるものであり、他地域においても汎用的に利用できる評価基準とするためには、異なる地域の法面における植生の変遷の情報を統合する必要がある。

2. 研究の目的

以上の背景、ならびに先行研究での成果をふまえ、本研究では、植生回復を目標とする緑化法面の植生評価に資するため、九州地方及び東海地方における造成から 40 年以上が経過した法面植生及び土壌物理性の経年変化を解明し、これまでの研究で明らかにした滋賀県下における法面における造成後 53 年間の成立植生の変遷と比較することで、1) 主要構成種の変遷、2) 植物群落の垂直構造の発達、3) 土壌物理性、以上 3 点に着目した高速道路法面における植生の変遷について知見を蓄積することを目的とした。

3. 研究の方法

[調査対象地]

調査対象地として、厚層基材吹付工が登場する 1974 年以前(吉田 2000)に外来牧草の種子吹付により緑化されており(亀山 1978, 亀山 1980)、また積極的な植生管理がされていないとの情報を得ている法面を、九州自動車道の菊水インターチェンジ～植木インターチェンジ間(1972 年開通区間)の盛土法面 4 地点、および中央自動車道の小牧東インターチェンジ～恵那インターチェンジ間(1972～1975 年開通区間)の盛土法面 4 地点、選定した。

[現地調査]

調査法面内の植生を代表すると判断された箇所に 5 m×5 m の調査プロットを設置し、プロット内に生育する全ての維管束植物を対象として全植被率の記録、種名の記録、ならびに種毎の被度階級の評価(Braun-Blanquet 1964: 鈴木訳)を行った。出現種の記録にあたっては、地上からの高さを基準に 5 階層に分割し(高木層: 10 m 以上, 亜高木層: 5-10 m, 中木層: 1.3-5 m, 低木層: 0.5-1.3 m, 林床層: 0.5 m 未満)、同一種が異なる階層に出現した場合は種名および被度を階層毎に個別に記録した。種毎の被度は評価された階級の中央値(被度 r: 0.1 %, +: 0.5 %, 1: 5.0 %, 2: 17.5 %, 3: 37.5 %, 4: 62.5 %, 5: 87.5 %)に換算し、種毎の植被率として以降の解析に供した。

また、調査プロット中央付近の 1 点において、SH 型土壌貫入試験機による土壌硬度の測定を実施した。ただし調査プロットのうち、後述するタケ類主体の群落が成立している法面においては、タケ類の地下茎が地中浅い部分に水平方向に展開される傾向がある(苅住 2010)ことから土壌貫入試験の実施が困難と判断したため、実施しなかった。本調査は垂直方向の土壌発達の検討を目的として実施するものであるため、従来造園分野で使用されてきた長谷川式土壌貫入計と同等の測定結果を得ることができる 3kg の重錘のみを用いて実施し(長谷川 2006)、総貫入深が 80cm を超過した時点で試験終了とした。また、1 打撃あたりの貫入深が 0.1mm 以下となった打撃が 10 回確認された時点で、固結地盤または岩石等に衝突したものと判断し、試験を終了した。

[数理解析]

本研究における調査対象 2 路線、ならびに先行研究(Oyake et al.)で示された名神高速道路法面の 2015-2016 年に調査された植生データを用いて、Ward 法による階層クラスター分析を実施した。さらに、それぞれのクラスターを特徴づける種を推定するため、指標種解析(INSPAN)を

行った。植生データとして各調査プロットにおける出現種ならびに階層別に記録した種毎の植被率(%)を用い、同一種が複数の階層で出現した場合には別種として扱った。分析には RStudio 2021.09.2+382、R 4.1.2 の統計解析パッケージ vegan および indicspecies を用いた。

4. 研究成果

[九州自動車道法面における成立植生]

九州自動車道における調査法面 4 地点(K1~K4)中、2 地点ではメダケ優占群落が発達していることが確認された。うち 1 地点では木本植物の生育は確認できず、もう 1 地点でも亜高木層のアカメガシワを除き木本植物は確認されなかった。別の 1 地点では高木層、亜高木層にモウソウチクが主要種として挙げられた。中木層以上ではクヌギ、エノキなどの落葉広葉樹がみられた一方、林床層はテイカカズラなどのつる性植物に優占されており、低木層以上の全階層でクズが確認された。最後の 1 地点では高木層のメダケが主要種として挙げられた。亜高木層以下の階層にイヌビワがみられたほか、林床層にアオキ、ムクノキ、リョウブの生育が少量ながらみられた。林床層はオシダ sp.、およびマルバフユイチゴなどのつる性植物に優占されていた。九州地方は全国的にも竹林群落の地点数が多いことが報告されており(染谷ほか 2010)、成立植生の長期的評価ならびに推定にあたっては、周囲の既存群落の検討の必要性が考えられた。

九州自動車道法面では全ての法面においてタケ類優占群落が発達したことから、土壌貫入試験は実施しなかった。

[中央自動車道法面における成立植生]

中央自動車道法面における調査法面 4 地点(C1~C4)のうち、3 地点の亜高木層以上ではリョウブなどの落葉広葉樹が優占していた。一方、中木層以下ではヒサカキ、ネズミモチなどの常緑広葉樹の植被率が高くなる傾向が示され、林床層はオシダ sp.などのシダ植物が多くみられた。他の 1 地点ではアカマツの成木が 2 個体(DBH はそれぞれ 27.0cm、21.8cm)確認され、低木層にも幼樹とみられる個体が確認された。アカマツの他には、サルトリイバラ、サンショウの植被率が高かったが、アカマツを含めいずれも植生遷移の早期の段階で出現する種である。この 1 地点は、中央自動車道の他の調査法面 3 地点と比較して平均気温(気象庁 2022)、暖かさの指数(吉良 1948)ともに低い傾向が示されており、気候などの要因による遷移進行度の地域差を検討する必要性が考えられた。

中央自動車道法面では、4 地点中 3 地点において土壌貫入試験を実施した。土壌発達度の指標として、植物根系の伸長が望める 1 打撃あたりの貫入深 7mm 以上(長谷川 2008)となる土壌がみられた最深部の地中深さ(mm)をみると、アカマツ優占法面(n=2)で 284.8mm(平均値)、落葉広葉樹優占法面(n=7)で 630.9±211.8mm(平均値±標準偏差)であり、遷移進行に伴い土壌発達深が深くなる傾向が示された。なお 1 地点(後述のクラスター 1 に分類される)は調査実施時の降雨および残雪のため、研究期間中の土壌貫入試験の実施がかなわなかったため、今後追加調査を行う必要がある。

[クラスター分析による法面植生ならびに土壌の変遷の地域による共通点・相違点の抽出]

九州自動車道、中央自動車道、ならびに名神高速道路(Oyake et al. 2019)における造成後 47~53 年の成立植生をクラスター分析により統計学的に分類した結果、8 クラスターに分割された。全体的な傾向として約 50 年で落葉広葉樹を指標種(1, 2, 3, 4)または優占種(5)とするクラスター、タケ類を指標種・優占種とするクラスター(6, 7)、クズを指標種とするクラスター(7, 8)に分類された。林冠あるいは地中の優占により経年に伴う植生の変化が望めないといわれる大型つる性植物やタケ類群落(亀山 1978, 小宅 2018)が発達していると判断されたクラスター 6, 7, 8 を除き、造成・初期緑化より約 50 年で落葉広葉樹林が発達している様子が示された。

土壌発達度の指標として、植物根系の伸長が望める 1 打撃あたりの貫入深 7mm 以上(長谷川 2008)となる土壌がみられた最深部の地中深さ(mm)をクラスター別にみると、クラスター間の有意差はみられなかった(Tukey-Kramer, p 0.05)。

[今後の展望]

本研究により、周辺の既存植生、気候条件による成立植生や植生遷移の進行に地域差が生じることが示唆された。今回の調査地点や先行研究における調査地点(Oyake et al. 2019)において、今後も可能な限り植生と土壌発達度の追跡調査を実施し知見を蓄積する必要がある。

本研究、ならびに本研究に続く追跡調査の成果は、法面造成ならびに初期緑化を除き人為の影響が極力抑えられた法面において、地域や気候等の条件別の成立植生の経年変化の情報を提供できるものと考えられる。さらにこれらの成果と、厚層基材吹付工や植栽工といった、人為の影響が比較的大きい法面における植生の変遷との比較を行うことで、緑化工法や管理手法による植生への影響の推定や評価を行うことができる。この目標に向けては極相林に至る長期間スケールの追跡調査を行うことが理想である一方、高速道路という立地の特性上、修繕や拡張に伴う法面の消失や改変による調査適地数の減少は避けられない。したがって、同一地点における可能な限りの追跡調査に加え、これまで調査されていない地点や地域においても調査を実施し、知見を蓄

積する必要がある。

表 1. 高速道路 3 路線における造成後約 50 年経過時の成立植生のクラスター分類

クラスター	1	2	3	4	5	6	7	8
指標種	高木層 ヤマザクラ***	中木層 クロガネモチ*** 林床層 オシダsp.*** 高木層 ヤマハゼ** 低木層 オシダsp.** 亜高木層 ヒサカキ**	高木層 ウワミズザクラ*** 林床層 ヤマウルシ** 林床層 シキミ** 亜高木層 ウワミズザクラ* コバノミツバツツジ**	林床層 ミツデウラボシ** 低木層 ネズミモチ** 中木層 コナラ** 林床層 アラカシ*		中木層 メダケ*** 低木層 メダケ*	高木層 クヌギ*** 高木層 モウソウチク*** 亜高木層 モウソウチク*** 林床層 テイカカズラ** 高木層 クズ*	林床層 アオハダ* 林床層 ムラサキシキブ* 中木層 ネザサ* 中木層 ヌルデ* 中木層 セイタカアワダチソウ*

種名に付した記号は統計学的有意を示す。***: p<0.001, **: p<0.01, *: p<0.05

表 2. 各クラスターにおける、SH 型土壌貫入試験機による 1 打撃あたりの貫入深 7mm 以上 (長谷川 2008)となる土壌がみられた最深部の地中深さ (mm)

クラスター	平均	標準偏差
1	495.3	287.6
2	748.6	129.2
3	672.6	174.0
4	463.2	202.4
5	671.9	196.5
6		
7		
8	657.4	392.8

注: クラスター7, 8 においてはタケ類優占のため、土壌貫入試験を実施しなかった

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 小宅由似, 三牧莉久, 小田龍聖	4. 巻 48
2. 論文標題 九州および中央自動車道における高速道路の造成約50年後の盛土法面における成立植生	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本緑化学会誌	6. 最初と最後の頁 507-515
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7211/jjsrt.48.507	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究協力者	小田 龍聖 (Oda Kimisato) (20848973)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・その他部局等・研究員 (82105)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関