

令和 2 年 5 月 26 日現在

機関番号：14101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K08127

研究課題名（和文）高マグネシウム土壌原産のイブキジャコウソウによる蛇紋岩・閃緑岩採石場跡地の緑化

研究課題名（英文）Revegetation of serpentine/diorite quarry areas using Japanese wild thyme from high Mg soil

研究代表者

水野 隆文（Mizuno, Takafumi）

三重大学・生物資源学研究科・准教授

研究者番号：50346003

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は日本に自生するタイム原産種であるイブキジャコウソウを、蛇紋岩や閃緑岩などの採石場跡地を緑化するために活用することを目的として行ったものである。日本各地から収集したイブキジャコウソウは、蛇紋岩や閃緑岩採石場の高いpH土壌環境でも生育、増殖が可能であり、日本原産植物による生物多様性に配慮した緑化植物として高いポテンシャルを有していることが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究ではイブキジャコウソウの高い緑化能力に光を当て、不可能と思われた採石場緑化の可能性を提示したのみならず、トレーサビリティが明確な日本固有のハーブとして、ガーデニング資材やハーブとしての活用についても可能にすることができた。現在は三重県内において緑化植物としての利用を自治体と協議しているほか、地元の新しい産物としての利用を提案しており、様々な分野への波及が見込まれると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to utilize the Japanese wild thyme to revegetate quarry sites such as serpentinite and diorite. The thymes collected from all over Japan was able to grow and multiply even in high pH soil environment of serpentine and diorite quarries, and showed their high potential as a greening plant that considers biodiversity.

研究分野：土壌・植物栄養学

キーワード：イブキジャコウソウ 和タイム ハーブ 緑化 採石場 乾燥耐性 シカ獣害忌避 貧栄養耐性

1. 研究開始当初の背景

採石業は山を削り広範囲にわたり岩盤を露出させ、その結果として自然環境の大規模な変化を引き起こす。また景観の毀損は自然破壊のイメージとなり、地元観光に悪影響をもたらしている。それ故、採石には採石法・景観法・森林法等により採石後の緑化が法律で義務づけられているが、急傾斜の採石場は植物栽培に必要な客土の保持が困難であり、また Ca や Mg を多く含むエリアについては、植物は高い pH により栄養の吸収が阻まれ、生育自体が困難となっている。

三重県は北部の鈴鹿山脈から南部の志摩、紀伊山地にかけて石灰岩層が広がっており、日本有数の石灰岩（セメント資材）の産地として知られている。また紀伊半島には日本最大の活断層である中央構造線が走っており、その南北には領家変成帯、三波川変成帯を起源とするマグネシウム(Mg)を多く含んだ岩石（蛇紋岩・閃緑岩等）が産出する。これらの岩石を採掘する業者は日本のインフラ整備に重要な役割を果たしてきたが、現在多くの鉱山が廃業や規模縮小を余儀なくされており、また事業を継続する場合でも、地元住民のコンセンサスを得るためにあえて成功率の低い緑化に取り組まざるを得ない状況にある。ゆえに、高 pH 環境の採石場を効果的に緑化する技術の開発は、採石業者、周辺住民、地元観光業者の高い要望があり、早急に取り組まねばならない課題である。

2. 研究の目的

本研究は一般植物による緑化が困難なマグネシウム性高 pH の採石場跡地について、蛇紋岩土壌原産のイブキジャコウソウを用いた新たな緑化技術を確立することを目的として行うものである。日本各地の高 Mg 土壌（蛇紋岩土壌）および石灰岩土壌を含む日本各地に自生するイブキジャコウソウを収集、栽培保持し、育苗や栽培の技術を確立する。これらの品種について実際の採石場土壌にて緑化能力の検証を行い、栽培時期や移植方法などを確立する。

さらに現在緑化現場で大きな問題になっているシカによる緑化植物の食害について、本植物の食害忌避について検証し、さらにその要因となる香気成分についても明らかにする。

3. 研究の方法

採石場等の緑化能力の検証

大学敷地内に三重県内の蛇紋岩採石場および閃緑岩採石場土壌の区画を作成し、蛇紋岩および石灰岩土壌を自生地とするイブキジャコウソウの栽培試験を行った。また高温耐性試験として三重大学敷地内の田畦での栽培、日陰での生育試験、および貧栄養の斜面礫地のモデルとして、三重大学演習林内の崩落跡地にて栽培試験を行った。

GC-MS による成分分析

国産イブキジャコウソウ 3 品種および海外の匍匐性タイムについて 6 月、8 月の草体および各品種の花について水蒸気蒸留を実施し、回収した蒸留液に含まれる好気性成分について GC-MS による分析を行った。本試験を 3 年実施し、原産地の成分差についてデータを集積した。

シカ食害の忌避試験

2019年3~5月に挿し木した各産地のイブキジャコウソウ（青葉山産，伊吹山産，菅島産）の幼若体を，同年6~7月に育苗箱に移植し，同年10月23日まで生育させた。特に生育の良かったものを各産地4つずつ選抜し，同日に三重大学演習林の16林班内にそれぞれ設置した。設置する際は各産地のシートが2m間隔になるように設置した。その後，概ね1ヶ月毎に観察を行い，被食の有無について確認した。

4. 研究成果

採石場等の緑化能力

三重大学敷地内の土壌を比較対象とし，三重県鳥羽市菅島の蛇紋岩土壌(pH7.53 Mg:6.03%, Ca: 0.32%)および多気町の閃緑岩採石場土壌 (pH8.35 Mg: 0.75%, Ca: 2.48%) で増殖試験を行った約0.8平方メートルの区画に菅島もしくは伊吹山由来のイブキジャコウソウ苗を4もしくは9本移植した場合，10月から翌6月までの期間で区画内を覆い尽くすまでに生育した。このことより，本植物は高いpH土壌環境においても旺盛な繁殖を示し，採石場土壌の緑化に十分なポテンシャルを有することが判明した。

三重大学内の日当たりの良い田畦に移植した場合，比較的高い山の頂上を原産地とする京都産，滋賀産のイブキジャコウソウについては，高温によってある程度の割合で枯死するサンプルが存在したが，収集した国内のイブキジャコウソウの中で最も平均気温が高い三重県で採取したものについては，高い耐熱性と良好な繁殖を示した。また日照が比較的遮られる環境においては，青森県竜飛岬産のものが，また低栄養の崩落地斜面においてはいずれも生育が抑制されていたが，伊吹山産のものが良好な生育を示した。

GC-MSによる成分分析

3年間連続で検出される成分はそれぞれの産地で異なっていた。青葉山産草体，花器ともにチモールが確実に検出され，リナロールが必ずしも検出されないのが特徴である。青葉山産の花器は加えて，1,2,3,4,5,6ヘキサメチル 1,3シクロヘキサジエンが検出されるのも特徴である。伊吹山産の草体，花器ではともに α -テルピネンが必ずしも検出されないのが特徴である。菅島産草体，花器は他の産地の草体や花器に比べて検出された成分は多く，10種類以上検出されるのが特徴である。

全ての産地で確認できる成分や成分数が異なることから，数サンプルの蒸留液を分析し，これらの特徴と照らし合わせることで，産地を特定できる可能性が示唆された。また，3年間連続で検出される成分はそれぞれの産地で異なることから，イブキジャコウソウの地域特異性が認められた。イブキジャコウソウが日本の広範囲に，かつ限定的に生育していることから，イブキジャコウソウが地域性在来種の緑化に利用できる可能性が高いことが示唆された。

各産地のイブキジャコウソウ蒸留液の抗酸化活性は比較対象としたハウレンソウ蒸留液の14.9~18.2倍となり，高い抗酸化活性が認められた。イブキジャコウソウで比較した場合，菅島産と伊吹山産の蒸留液の抗酸化活性の間で1.23倍の違いが見られた。

シカ食害の忌避試験

三重大学付属演習林16林班（崩落地の法面施工地）内に設置したイブキジャコウソウは，11月6日（14日目）までは草体が残っていたが，11月25日（34日目）になると4

箇所中の2箇所で全産地のイブキジャコウソウ、12月23日には4箇所全てでイブキジャコウソウ地上部が食い尽くされていた。定点カメラによる観察によって、三重大学演習林の16林班には、2018年12月4日から28日までの期間中にシカが17日間出没していることが判明している。また、16林班内には、シカの糞が落ちていることを月1回の訪問で確認している。そのため、16林班近辺にシカが生息していることが判明している。以上のことから、イブキジャコウソウの食害はシカによるものであると考えられ、イブキジャコウソウがシカの不嗜好性植物でないことが判明した。ただし、14日目まではほとんどのシートで被食が見られなかったこと、また34日目でも2箇所では被食が軽微であったことから、シカはイブキジャコウソウを好んで食べている訳ではないと考えられる。特に伊吹山産の草体や花器から検出されたユーカリプトールは野ウサギやシカのような大型草食動物が葉を食べるのを抑制する役割があり(Croteau et al., 2005)、この成分が伊吹山産イブキジャコウソウの被食を抑制した可能性がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Echevarria Guillaume, Baker Alan J. M., Boyd Robert S., van der Ent Antony, Mizuno Takafumi, Rajakaruna Nishanta, Sakaguchi Shota, Bani Aida	4. 巻 33
2. 論文標題 A global forum on ultramafic ecosystems: from ultramafic ecology to rehabilitation of degraded environments	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 517 ~ 522
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s11284-018-1611-3	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 該当する
1. 著者名 Mizuno Takafumi, Nakahara Yusuke, Fujimori Tomoaki, Yoshida Haruna	4. 巻 33
2. 論文標題 Natural revegetation potential of Japanese wild thyme (<i>Thymus quinquecostatus</i> Celak.) on serpentine quarries	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 777 ~ 788
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s11284-018-1575-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 水野直治・水野隆文	4. 巻 93
2. 論文標題 蛇紋岩質土地帯のイネとエンバクのニッケル過剰障害	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 農業および園芸	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 水野直治・堀江健二・水野隆文	4. 巻 93
2. 論文標題 蛇紋岩質土地帯の岩石、土壌および植物のモリブデン含有率	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 農業および園芸	6. 最初と最後の頁 320-330
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 明渡絵里朱、平田智子、上井和幸、高木祐子、水野隆文、水野直治、小林 真、小池孝良、大和勝幸、秋田 求、泉井 桂	4. 巻 21
2. 論文標題 和歌山県固有植物キイシモツケの蛇紋岩土壌への適応と分子系統学によるイワシモツケおよびトサシモツケとの比較	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 近畿大学先端技術総合研究所紀要	6. 最初と最後の頁 33-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 廣住豊一、坂井 勝、水野隆文、伊藤良栄	4. 巻 20
2. 論文標題 建築材料の製造工程で発生する脱水ケーキを土壌改良材として活用する方法の検討	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 四日市大学環境情報論集	6. 最初と最後の頁 39-43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 水野直治・天野洋司・水野隆文・南條正巳	4. 巻 92
2. 論文標題 火山灰の構成元素含有率に及ぼす噴火口からの距離の影響	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 農業および園芸	6. 最初と最後の頁 3-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 水野隆文 原万由子 南谷有輝
2. 発表標題 菅島蛇紋岩土壌地帯における「紅ツゲ」の発生メカニズムに関する植物栄養学的アプローチ
3. 学会等名 日本土壌肥料学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 水野隆文 藤森朝章 吉田晴菜
2. 発表標題 イブキジャコウソウの形態と分布地との関連性
3. 学会等名 日本植物学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宇野賢太郎 近田翠 南谷有輝 水野隆文
2. 発表標題 イブキジャコウソウに含まれる香気・抗菌成分とその地域的特徴
3. 学会等名 日本植物学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 水野隆文・藤森朝章・近田 翠・吉田晴菜
2. 発表標題 イブキジャコウソウにおける形態および含有成分の地域的相違
3. 学会等名 日本生態学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takafumi Mizuno, Yusuke Nakahara and Tomoaki Fujimori
2. 発表標題 Potential of wild thyme for natural revegetation of serpentine quarries
3. 学会等名 第9回国際蛇紋岩植生学会（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 水野 隆文 ・ 中原 悠介 ・ 藤森 朝章 ・ 伊藤 寿幸
2. 発表標題 匍匐性タイムを用いた閃緑岩採石場の緑化試験
3. 学会等名 日本土壌肥料学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Emiko Harada1, Miki Yokoyama1, Misako Sho1, Hiromi Kimura1, Takuya Mori1, Kazuyuki Inada1, Chisato Takenaka2, Rie Tomioka2, Akiko Hokura3, Yasuko Terada4, Takafumi Mizuno5
2. 発表標題 Strontium (Sr) accumulation in woody plants: production of Ca/Sr containing grains in the stem bark
3. 学会等名 metallomics2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 原田英美子1、横山未季1、庄美冴子1、木村ひろみ1、竹中千里2、富岡利恵2、水野隆文3
2. 発表標題 ヤナギ樹皮中のカルシウム・ストロンチウム含有結晶の生成機構の解明
3. 学会等名 日本植物学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 水野隆文 ・ 藤森朝章 ・ 近田 翠 ・ 吉田晴菜
2. 発表標題 イブキジャコウソウにおける形態および含有成分の地域的相違
3. 学会等名 日本生態学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takafumi Mizuno
2. 発表標題 How do serpentine plants avoid Ni toxicity/Fe deficiency?
3. 学会等名 日本生態学会（国際シンポジウム）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 水野隆文・中原悠介・畑中良規・藤森朝章・安井 瞭
2. 発表標題 三重県鳥羽市菅島および日本各地のイブキジャコウソウの形態比較
3. 学会等名 日本生態学会中部支部会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 水野隆文・中原悠介・畑中良規・藤森朝章・安井 瞭
2. 発表標題 採石場緑化に利用可能なイブキジャコウソウの探索と緑化能力の比較
3. 学会等名 日本土壌肥料学会2016年度大会
4. 発表年 2016年

〔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	谷口 康 (Taniguchi Yasushi)	伊吹薬草の里文化センター	研究資材（伊吹山産イブキジャコウソウ）の供与など