

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 5 月 12 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K06170

研究課題名(和文)埋立地盤中の丸太の生物劣化と長期耐久性に関する研究

研究課題名(英文)Study on biodeterioration and long-term durability of logs in reclaimed land

研究代表者

原 忠(Hara, Tadashi)

高知大学・教育研究部自然科学系理工学部門・教授

研究者番号：80407874

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、申請者らが開発した丸太打設液状化対策&カーボンストック工法の地盤改良効果の永続性を定量的な結果により証明した。埋立地に長期間埋設された丸太を現地で回収し、地盤改良材として木材を使用する際の弱点である生物劣化の有無や程度を、地盤材料や密度などの地盤工学的観点と、材種や腐朽度、力学的性質などの木材工学的観点の両面から調べた。その結果、埋立地盤内で丸太の長期耐久性が保持され地盤改良効果が半永久的に発揮される事実が複数の実験から示された。さらに、LP-LiC工法により改良された埋立地盤の現地観測から、丸太を用いた環境配慮型地盤改良工法の有用性と確実性、信頼性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我が国の豊富な森林資源を積極的に利用し、発生確率の高い南海トラフ地震などによる液状化被害を軽減させるための具体的な方法として、筆者らは環境負荷型の従来工事に比べ地球温暖化対策にも配慮した丸太を用いた対策工法を提案している。鋼やコンクリートなどの人工材料が普及する我が国において、不明確な点の多い埋設後の丸太の健全性や機能性、効果の永続性を生物劣化の観点から分析し、木材が断面欠損することなく改良効果が半永久的に発揮される事実を定量的結果で示した。木材を利用するうえで障害となっている要因が解消され、純国産資源で長い歴史を持つ木材を液状化対策に積極的に活用するための一助になることを期待している。

研究成果の概要(英文)：In this study, the permanence of the ground improvement effect of the Log Piling Method for Liquefaction Mitigation and Carbon Stock developed by the applicants was proved based on quantitative data. Logs buried in reclaimed ground for a long period of time were collected locally, and the presence or absence and degree of biological deterioration, which is a weak point when using wood as a ground improvement material, was investigated from the viewpoint of geotechnical and wood engineering.

As a result, several experiments have shown that the long-term durability of logs is maintained in the reclaimed ground and the ground improvement effect is exhibited semi-permanently. Furthermore, the usefulness, certainty, and reliability of the environment-friendly ground improvement method using logs were evaluated from the field observations of the reclaimed ground improved by the LP-LiC method.

研究分野：地盤工学

キーワード：埋立地盤 丸太 生物劣化 耐久性

## 1. 研究開始当初の背景

1950年代の高度成長期に至るまで、我が国では豊富な森林資源を土木・建築資材に積極的に活用し、構造物を支える杭基礎として丸太を地盤中に大量に埋設してきた。木材は自然材料故、軽い割に強度があり、加工が容易で持続可能な材料である反面、形状にばらつきがあり腐朽や蟻害の影響を受けやすく、土木資材として扱いにくい。木材の供給先として土木資材への利用が期待され、それを利用した様々な技術開発が進んでいるにもかかわらず、このような背景から、社会的認知度が低く利用が進んでいない。一方、木材の具体的な活用先として地盤改良への適用が期待されている。2011年の東日本大震災以降、液状化対策としてのニーズが高まり防災と環境配慮型の工事への期待が高い。

筆者らの提案する丸太打設液状化対策&カーボンストック(LP-LiC)工法は施工実績が蓄積され、地球温暖化対策にも配慮した具体案として土木・建築分野で認知されつつあるが、技術者や行政担当者には、木材の健全性や機能性に対して疑念や誤解を持たれるケースが多い。工法の普及には、生物劣化の発生要因を地盤と木材の両面から明確化し、木材が断面欠損することなく半永久的に機能を発揮することを示す必要がある。鋼やコンクリートなどが普及する我が国において、純国産資源で長い歴史を持つ木材が地元の防災対策に活用されることを「あたりまえ」とするためには、定量的な結果を社会に周知し、木材を利用するうえで障害となっている要因を早期に解消すべきである。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、埋立地盤内に長期間埋設された丸太の健全度を評価することにより、申請者らが開発した丸太打設液状化対策&カーボンストック(LP-LiC)工法の地盤改良効果の永続性を定量的な結果により証明することである。複数回の地震を経験した緩い埋立砂地盤内に長期間埋設された丸太を現地で回収し、地盤改良材として木材を使用する際の弱点である生物劣化の有無や程度を、地盤材料や密度などの地盤工学的観点と、材種や腐朽度、力学的性質などの木材工学的観点の両面から調べ、埋立地盤内で丸太の長期耐久性が保持され地盤改良効果が半永久的に発揮されることを定量的なデータで示した。得られた成果は、液状化改良材として木材を利用する上での技術的な設計・施工上の留意点について整理し、木材利用に対する懸念や誤解を解消するために土木技術者を対象としたワークショップなどで意見交換した。

一連の結果から、豊富な森林資源を活用した環境配慮型地盤改良工法の有用性と確実性、信頼性を向上させ、地産地消型の防災技術を普及させるための具体策を提示した。

## 3. 研究の方法

本研究は、地盤工学と木材工学に精通する研究代表者、研究分担者計2名と、国研、企業に所属する研究者3名で行い、現地調査は行政担当者との共同で実施した。具体的な実施内容は以下の3項目である。

### (1) 丸太回収地点での施工記録と地盤特性に関する資料収集

青森県農林水産部の協力を得て、現地調査地点である青森県八戸漁港の埋立履歴や構造物の施工記録、ボーリングデータなどを収集し、丸太の樹種や杭長、配置、施工年代、地盤特性、地下水位面などの基礎データを調べた。

### (2) 丸太の回収と埋立地盤材料の採取・地盤特性の分析

現地で長期間埋設された丸太を重機により引き抜き、丸太周辺の地盤材料(砂質土)の採取と地下水位の計測を行った。また、採取土について、(1)で収集した既存資料と比較し、丸太埋設地点の地盤特性を土粒子密度、粒度組成、塑性指数などの観点から詳細に分析した。

### (3) 丸太打設による地盤の締固め効果の検証

埋立地盤のサウンディングにより、貫入抵抗値を未施工地点と丸太周囲の同心円状のそれとを比較することにより、丸太の埋設による地盤の締固め効果を材料特性、貫入深度で比較し効果の範囲を評価した。

### (4) 回収丸太の健全度評価

(2)で回収された丸太を対象に、目視観察とピロディン試験及びドライバー貫入試験を行い、地盤と接する丸太表面付近の健全性を地盤の深度方向に対して評価した。実験は丸太の含水率が結果に及ぼす影響を防ぐため、採取直後に現地で行った。さらに、回収丸太のヤング係数を縦圧縮試験と縦振動法により求め、一般的な木材の強度や丸太表面の健全度と対比した。

### (5) 回収丸太の微生物劣化に関する評価

回収丸太の微生物劣化を下記に示す複数の方法で分析した。試料は(2)の供試丸太に対して地盤深度ごとに約3層に切り出し、ハンマーミルで粉砕した木材粉末より微生物群のDNAを抽出し、配列情報から劣化に関連する微生物を推定した。さらに、走査型電子顕微鏡により木材裁縫壁の状態を観察し、地盤深さ方向に対する供試丸太の微生物劣化の程度を評価した。

### (6) 木材の長期耐久性の評価と設計・施工上の留意点の整理

一連の評価結果と地盤材料の物理特性、水位との関係を体系化し、埋立地盤に埋設された木材

の生物劣化の条件と長期耐久性を評価するための設計・施工上の留意点を整理した。結果は複数回開催した木材利用シンポジウム等で公表し、木材を利用する機会に乏しい技術者・行政担当者の理解を促進させた。

#### 4. 研究成果

##### (1) 丸太回収地点での施工記録と地盤特性に関する資料収集

現地調査は、図-1 に示す青森県八戸市第二魚市場跡地を対象とした。青森県及び八戸市提供の施工記録を調査したところ、対象地点は1959年に浚渫土や発生土を用いて造成された埋立地であり、港湾施設を有し、背後地は魚市場や工場施設として活用されていた。

丸太回収箇所は砂質土で埋め立てられた地盤と推察される。近傍のボーリング調査によれば、採取付近の土質は、粒径が2mm以下の細砂層と判断されているが、実際には、細粒分含有率 $F_c$ を30%以上含み、均等係数 $U_c$ が大きいシルトとの互層構造を成すとあるが、調査箇所の詳細な材料特性は不明である。丸太の配置は施工記録に詳しい記載があり、図-2に示すように幅と長さが2600mmのフーチング基礎内部に埋め込まれ、深さが約G.L.-1.2mのフーチング基礎下部に約4.5mの松丸太が700mmずつ16本等間隔に打設されたとの記録が見られる。打設方法の記録はないが、試掘した丸太杭の長さにはばらつきがみられること、時代背景から丸太頭部の打撃による施工と推察される。すなわち、松丸太は周辺地盤を締め固めながら施工され、供用中は杭の周面摩擦により鉄骨構造物を指示していたと推察される。松丸太の埋設年数は、施工記録によれば約55年間である。当該地点は供用中、1994年、2011年の2度の大地震を経験しており、1994年（平成6年）12月28日の三陸はるか沖地震（ $M_j=7.6$ 、八戸市の最大震度6）では八戸漁港一帯で液状化が発生したとの記録がある。2011年（平成23年）の東北地方太平洋沖地震（ $M_j=8.4$ 、八戸市の最大震度6弱）では津波の来襲が見られたものの、液状化は生じていない。



図-1 丸太回収地点の外観

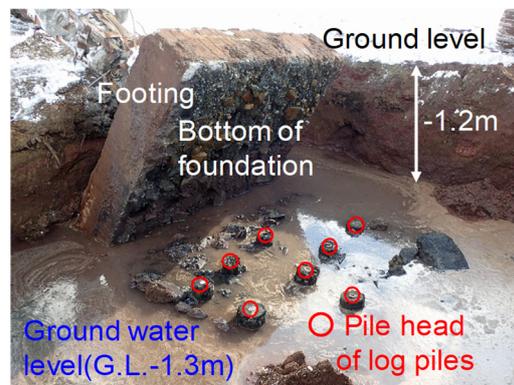


図-2 松丸太の配置状況

##### (2) 丸太の回収と埋立地盤材料の採取・地盤特性の分析

丸太杭の回収は、フーチングを除去し周辺地盤を掘削し杭頭を露頭させた後、杭頭とバックホウの先端部を金属製ワイヤーで接続し、埋立地盤から慎重に引き抜いた。松丸太の摩擦抵抗が大きく引抜きに苦慮したが、図-3に示す4本の松丸太が回収された。採取時の地下水位はG.L.-1.3mであり、丸太杭の杭頭とほぼ同深度であった。調査地点は岸壁に近い埋立地で、静穏性の保たれた港湾区域であることから、潮位変動は少ないと思料される。引抜き直後の丸太杭の含水状態は極めて高い状態であった。丸太杭は供用期間中常時地下水位以下の状況下で埋設され、繊維飽和点を上回る含水率を保持していたと推察される。



図-3 回収された松丸太

図-4は丸太杭周辺の複数の深度から採取した埋立地盤の粒径加積曲線を示したものである。採取深度により粒度組成が異なるが、概ね均等係数の小さい砂質土で構成されると判断される。ここでSample B, Cの砂質土の粒度組成は、日本の港湾の施設の技術上の基準・同解説で示された「液状化が生じる可能性が高い地盤」と判断される。採取試料の分析結果は、近隣のボーリング調査時に記載された材料特性にほぼ合致する。

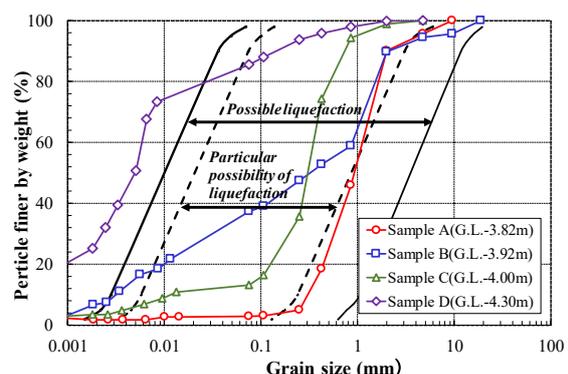


図-4 埋立地盤の粒径加積曲線

### (3) 丸太打設による地盤の締固め効果の検証

図-5は丸太杭が埋設された箇所周辺の貫入試験結果を打設深度と正規化貫入抵抗値  $N_{di}/N_{dD}$  との関係で示したものである。試験は、簡易動的貫入試験 (Portable Dynamic Cone Penetration Test: PDCP) で行い、表層の砂礫の埋め戻し材を約1m程度掘削した後、杭の先端 (G.L. -6m) 付近まで連続貫入した。調査地点は、丸太杭から約495mm離れた地点 (Point 2-A)、丸太杭から約95mm離れた地点 (Point 2-B)、丸太杭の半径相当となる約75mm離れた地点 (Point 2-C)、丸太杭の埋設がなくフーチング中心から約2000mm離れた地点 (Point 2-D) の計4地点である。ここで、図-5の横軸は、丸太杭近傍の Point 2-A, 2-B, 2-C で得られた貫入抵抗値  $N_{dA}$ ,  $N_{dB}$ ,  $N_{dC}$  を、丸太杭から離れ埋設の影響を受けにくい Point 2-D の貫入抵抗値  $N_{dD}$  で除し正規化した値で示している。基準化貫入抵抗値は、埋立履歴の影響により近接する地点であっても地盤の層構造の違いや異なる土質の影響を受け、1.0未満の値を示す地層も見られるが、丸太杭が埋設された G.L. -2 ~ 5m 付近の  $N_d$  値は、地層構成が異なる場合であっても概ね 1.0 を上回り、特に丸太杭近傍の Point 2-C の結果は図-4 で示したシルト、砂層で4倍以上増加している。

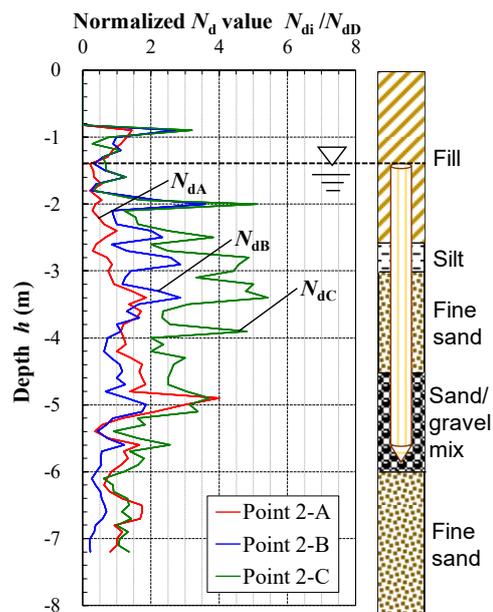


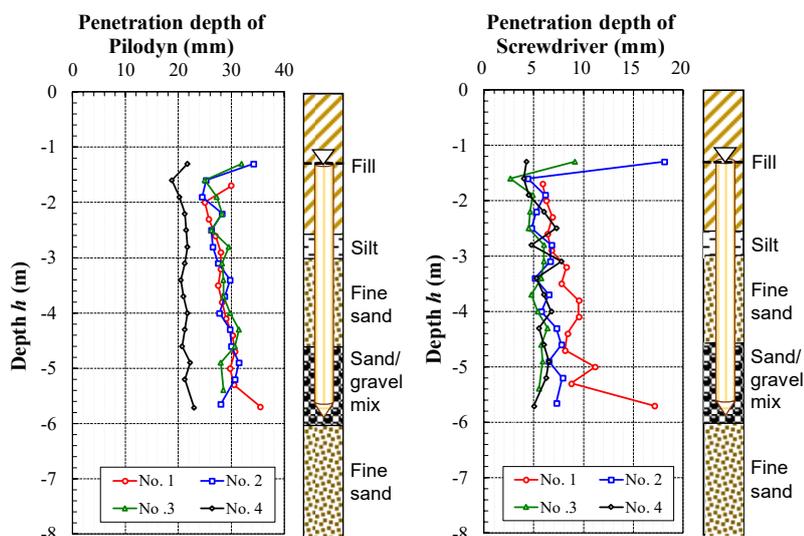
図-5 正規化貫入抵抗値と深度の関係

一連の検討から、本研究で得られた結果の範囲では、丸太杭を埋立地盤に埋設することにより密度増加による地盤改良が促進されること、丸太による地盤改良効果は粒度組成の違いによらないこと、地盤改良効果は長期間継続するが、杭近傍の地層ほど埋設の影響を受けやすいことが明らかになった。

### (4) 回収丸太の健全度評価

回収された丸太には、切り口に物理的な損傷による劣化が観察されたほかは、大きな腐朽箇所は見られなかった。図-6は回収された丸太杭4本で実施したピロディン試験及びドライバー貫入試験結果をそれぞれ示したものである。ピロディン試験は、PILODYN 6J-Forest tester (打ち込みエネルギー6J, ピン直径2.5mm, 測定限界40mm) を用い、ドライバー貫入試験は、荷重測定器 (フォースゲージ PS-500N) と、マイナスドライバー (No. 9900, 先端幅及び軸径3mm, 先端厚0.45mm) により行った。貫入試験は両試験とも丸太杭の表面から中心へ向かう方向に1m間隔で実施し、外周方向へ90度毎に4点行い平均貫入量で評価した。ドライバー貫入試験は、荷重測定器とマイナスドライバーを150Nの一定の力で丸太杭に貫入し、圧縮後の貫入量を測定した。図-6(a)ピロディン貫入値は、劣化の目安と

される30mmをおおよそ下回り、複雑な粒度組成を有する地盤中であっても常時地下水位以下であれば健全な状態が長期間保持されていると判断される。図-6(b)のドライバー貫入量はピロディン貫入量に比べ値は小さいが、全体的にはピロディン試験と類似の変化傾向を示している。ここで、各試験とも杭頭部の貫入量が大きいですが、これは引き抜き時に木材が物理的に欠損したためである。また、丸太杭



(a) ピロディン試験

(b) ドライバー貫入試験

図-6 回収丸太の貫入試験結果

No. 4 のピロディン貫入量が他に比べ小さいが、これは心材率が大きいことが影響したと考えられる。

### (5) 回収丸太の微生物劣化に関する評価

埋立地盤中に埋設された丸太の劣化を評価するため、丸太周辺の土壌を深さ方向や性質ごとに採取し、微生物の検出および埋立地盤の成分分析を行った。成分分析に用いた試料は、丸太および丸太表面付近に付着していた土質を試料として用いた。これらの土壌試料および丸太組織をハンマーミルで粉砕し、Extrap Soil DNA kit Plus ver. 2(日鉄環境)を用いて微生物 DNA を抽出した。抽出した DNA を

テンプレートとして、MightyAmp DNA Polymerase (TaKaRa)を用いて 16S rDNA の増幅によって細菌類、ITS 領域によって真菌類を検出した。得られた PCR 産物の塩基配列を NGS によって解析し、微生物群集構造を検討した。丸太に形成されていた真菌群集は主に子実菌類で構成されていた(図-7 左)。海水性の子実菌類が含まれる *Trichoderma* 属、*Coniochaeta* 属が優占しており、これらには軟腐朽を起こす真菌類も含まれる。顕微鏡観察から、木材細胞内腔にはわずかに菌糸が見られたが、細胞壁に顕著な劣化は認められなかった(図-8)。しかし地下環境において丸太の強度低下がほとんど見られなかったことから、これらの子実菌類による木材劣化は酸素がないためにほとんど進行しないと考えられる。細菌類に関しては、

*Clostridiales* 目、*Bacillales* 目、*Xanthomonadales* 目が優占しており(図-7 右)、これらには嫌気性条件でセルロースを分解することが知られている。周辺土壌の細菌類群集は、丸太上部の土壌では多様性が高く、深度とともに多様性が減少したが、土壌と丸太の群集構造はまったく異なることから、土壌細菌群のうち丸太に適合性のある種類が移動したと考えられる。

### (6) 木材の長期耐久性の評価と設計・施工上の留意点の整理

一連の研究で地盤、木材両面での評価結果について、地盤の材料特性、地下水位などとの関係から体系化し、埋立地盤に埋設された木材の生物劣化の条件と長期耐久性を整理した。研究成果を複数の研究論文にまとめ公表するとともに、研究機関内に開催した「木材の土木利用に関するシンポジウム」などで専門家や土木技術者などと意見交換し、土木資材として木材を利用する機会に乏しい技術者・行政担当者が理解できる技術資料の提供と技術のさらなる普及に努めた。

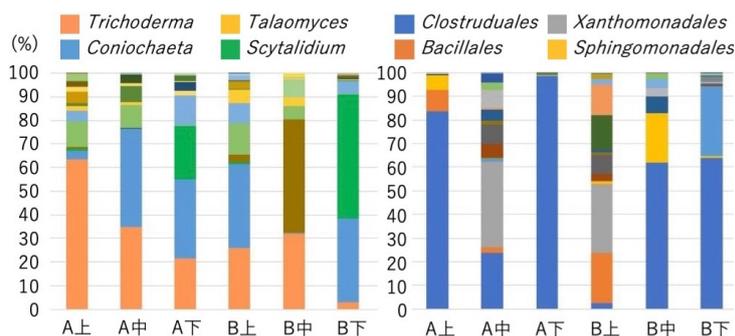


図-7 丸太 A, B に形成された真菌群集(左)および細菌類群集(右)

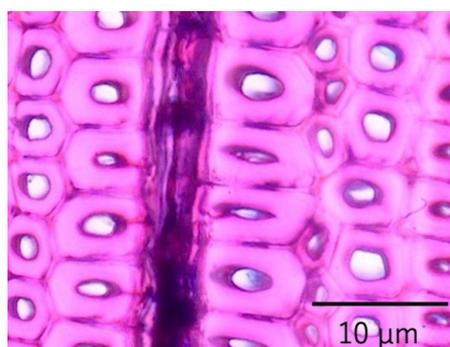


図-8 丸太 A 中央部の組織(細胞壁のリグニンをサフラニン、菌糸をアストラブルーで染色)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 6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 Nanako Ishiyama, Sakae Horisawa, Tadashi Hara, Makoto Yoshida, Ikuo Momohara	4. 巻 67
2. 論文標題 Microbiological community structure on logs used for groynes in a riverbank system	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Wood Science	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s10086-021-01944-0	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 -

1. 著者名 現地観測記録に基づく丸太打設液状化対策効果の検証の試み	4. 巻 14
2. 論文標題 原 忠, 黒崎颯, 芳本健太, 沼田淳紀	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第14回地盤改良シンポジウム論文集	6. 最初と最後の頁 499-506
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 原 忠	4. 巻 69
2. 論文標題 地盤改良と木材～液状化対策の観点から～	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ウッディ エイジ	6. 最初と最後の頁 1-4
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 TEZUKA Daisuke, IGARASHI Chikai, HARA Tadashi	4. 巻 77
2. 論文標題 EFFECT OF CHANGE IN PROPERTIES OF GROUND IMPROVEMENT LOG PILES BURIED IN THE EARLY STAGE	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. E2 (Materials and Concrete Structures)	6. 最初と最後の頁 I_70～I_76
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/jscejmcs.77.5_I_70	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 HARA Tadashi, IGARASHI Chikai, TEZUKA Daishike, HORISAWA Sakae, KATO HideoH.	4. 巻 12
2. 論文標題 Evaluation of ground improvement effect and soundness of log piles buried in for an extended period	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 World conference on timber engineering, WCTE 2021	6. 最初と最後の頁 1-7
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 TEZUKA Daisuke, IGARASHI Chikai, HARA Tadashi	4. 巻 12
2. 論文標題 Evaluation of the effect of soil and groundwater on ground improvement log piles contained preservative treated piles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 World conference on timber engineering, WCTE 2021	6. 最初と最後の頁 1-6
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 原 忠	4. 巻 71(3)
2. 論文標題 防災構造物と木材 - 地盤に関わる事例から -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 北方林業	6. 最初と最後の頁 101-104
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 原 忠	4. 巻 76(9)
2. 論文標題 丸太による地盤補強技術と評価法	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 木材工業	6. 最初と最後の頁 361-365
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 手塚大介, 五十嵐盟, 原 忠	4. 巻 20
2. 論文標題 地中に短期間埋設した木製地盤補強材の生物劣化と性状変化	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 木材工学研究発表会講演概要集	6. 最初と最後の頁 92-95
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 -

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 五十嵐盟
2. 発表標題 約60年間埋設された丸太杭の地盤土質毎の健全性及び強度性能 評価
3. 学会等名 第55回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 黒崎颯
2. 発表標題 LP-LiC 工法で改良された海岸埋立地の間隙水圧挙動に関する考察
3. 学会等名 令和2年度地盤工学会四国支部技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡野大輝
2. 発表標題 地下環境における木材生物分解に関与する微生物群集
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Daiki Okano
2. 発表標題 Analysis of microbial communities involved in wood degradation under the ground
3. 学会等名 IUMS2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡野大輝
2. 発表標題 地盤改良工法における丸太の劣化に関連する微生物の検討
3. 学会等名 農芸化学学会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤英雄
2. 発表標題 土中埋設した木材の振動現象 (その2)
3. 学会等名 木材学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 五十嵐盟
2. 発表標題 約60年間埋設された丸太杭の地盤土質毎の健全性及び強度性能評価
3. 学会等名 第55回地盤工学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西森光亮
2. 発表標題 現地観測に基づくLP-LiC 工法の効果の検証
3. 学会等名 地盤工学会四国支部令和3年度技術研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原 忠
2. 発表標題 木杭による粘性土層の地盤改良効果に関する一考察
3. 学会等名 土木学会第77回年次学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡野大輝
2. 発表標題 地盤改良に用いた木材の劣化に関する微生物群集
3. 学会等名 第72回日本木材学会大会研究発表会
4. 発表年 2022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 分担者	堀澤 栄  (Horisawa Sakae)  (20368856)	高知工科大学・環境理工学群・教授   (26402)	

6. 研究組織（つづき）

	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	加藤 英雄  (Kato Hideo)  (60370277)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員    (82105)	
研究協力者	三村 佳織  (Mimura Kaori)	住友林業株式会社・住宅・建築事業本部 技術商品開発部	
研究協力者	松橋 利明  (Matsushashi Toshiaki)	青森県・農林水産部	
研究協力者	八木 伸欣  (Yagi Nobuyoshi)	宿毛市歴史館	
研究協力者	手塚 大介  (Tezuka Daisuke)	兼松サステック株式会社・木材・住建事業部	

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