

長期計測による人工芝施工地盤の地中への影響の検討

佐藤真理, 門井大和, 永田倫之, LI YIXUAN

Long-term investigation of the ground covered by artificial turf

Sato Mari, Kadoi Yamato, Nagata Noriyuki, Li Yixuan

Abstract Artificial turf is laid in various places, such as fields and parks. Previous studies have shown that an increase in surface temperature on the ground during the hot season causes environmental effects. This study measured the moisture content and the ground temperature of shallow ground covered by artificial turf for about five months. Compared with data collected from uncovered ground, the influence on moisture content is subtle, but the ground temperature is affected. Temperatures over 40 °C were recorded for several weeks in summer with small rainfalls. The approximate duration of the ground temperature rise can be predicted from rainfall and air temperature measurements.

Keywords Artificial turf, Long Term Measurement, Rainfall, Soil Moisture, Soil Temperature

はじめに

人工芝は運動用のグラウンドや広場, 個人宅で幅広く利用される(例えば遠藤(1984)). 人工芝に関しては, 運動時の体への負荷(西村ら(2003))や荷重耐久性に関する研究(木村ら(2010))が進む一方, 夏季に表面温度が上昇することが知られており(濱口・上岡(2013)), 散水などによるメンテナンスが必要とされる. 既往の関連研究として, 人工芝と天然芝の日射反射性状を計測したり(芝池・前田(2014)), 人工芝の色とパイル形状が表面温度に与える影響を調査した研究(八巻・納富(2024))がある.

人工芝の敷設条件の改善は進んでおり, 人工芝の下にクッション材が敷設されることで, 保水性と衝撃吸収性が機能する. 近年は保水性人工芝システムで敷設された人工芝と, 天然芝の表層温度や蒸発散量を比較した研究(手計ら(2010))もある.

地温の上昇は植物の生育において, 夏枯れなどの影響を及ぼすことがある(尾形(1965)). 植物が除草された地盤であっても, 土壌微生物が生息しており, 地温の変化は生物活性に影響を及ぼす. 例えば森林土壌のCO₂フラックスは地温と強い相関性があり, またヒートアイランド現象の把握などの観点から, 地温の長期計測が必要とされる. これまで気温のデータから5cm地温データを適切に補完する手法の検討(清水・石塚(2003))や, 都市域の緑地内での

50 cm地温と5 cm地温の長期計測(村田ら(2012))が行われた. 熱伝導の観点より, 地中の深い地点ほど, 季節変動が気温や表層地温に比べて少なく, また気温の変化に遅れて変動する傾向が有る. 本研究では以上のような背景に基づき, 人工芝敷設地盤の下部の地温に着目し, 特に夏季を中心に, 地温と体積含水率の変動を長期計測し, 何も敷設していない裸地との結果を比較した. 比較時には気象庁松江地方気象台の降水量データも引用し, 人工芝敷設地盤で地温が変動する条件を分析した.

計測方法

島根大学生物資源科学部敷地において, 2023年6月7日から, 2023年11月15日の約5か月間, 人工芝の敷設地盤と裸地の計測を行った. 人工芝の敷設においては, 人工芝を70 cm四方に切り取り, 推奨通り金属ピンで止めて設置した. 人工芝は家庭用の市販品であるが, 防草シートが予め設置されており, 防草効果がある. センサーは人工芝の中央部, 深さ5 cmにTEROS-11(METER社)を設置した. 裸地においても深さ5 cmに同様にTEROS-11を設置し, 10分間隔で体積含水率と地温を計測した. どちらの地点も周囲の除草後にセンサー設置を行った. 気温と降水量については10分間隔の気象庁松江地方気象台のデータを利用した. 図1に設置箇所の様子を示す. 以下人工芝敷設

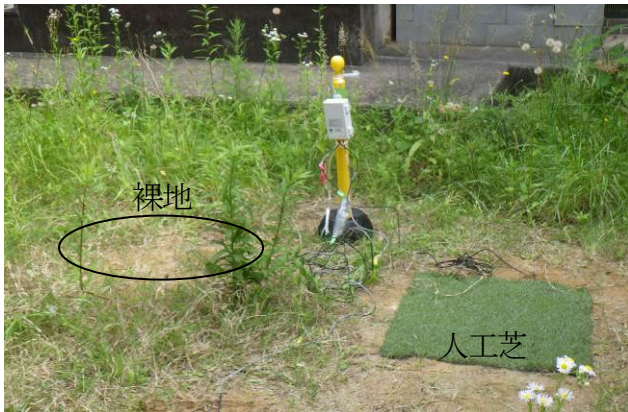


図1 中庭での計測状況

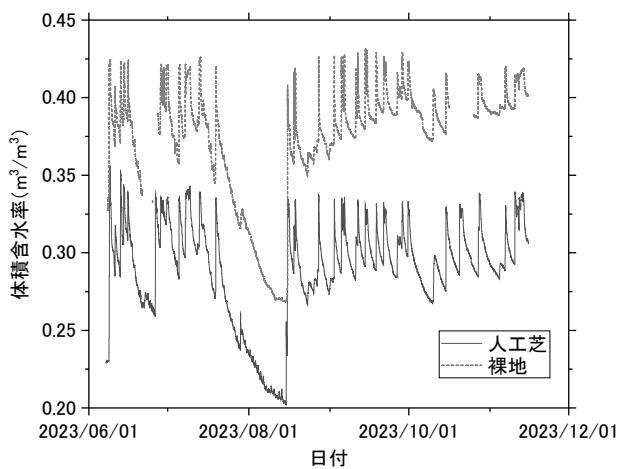


図2 体積含水率の測定結果

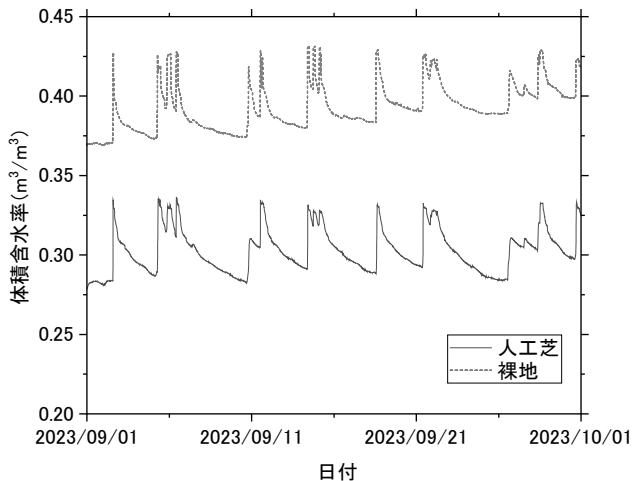


図3 9月中の体積含水率の測定結果

地盤と裸地での計測結果をそれぞれ人工芝，裸地と表記する。

結果

全計測期間の体積含水率の変動を図2に示す。計測箇所は浅部であるため、降水により細かな変動が繰り返さ

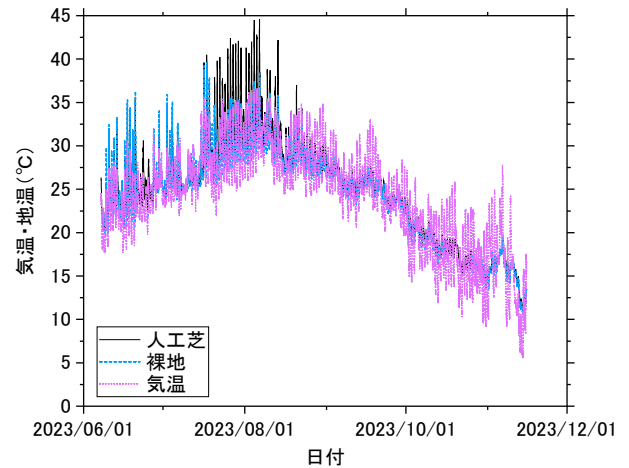


図4 地温・気温の測定結果

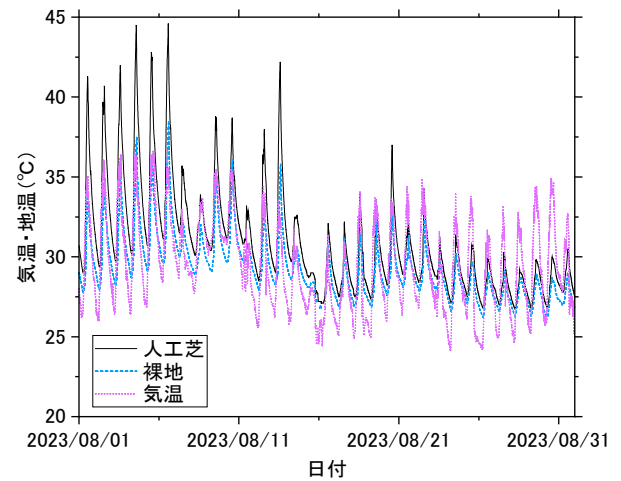


図5 8月中の地温・気温の測定結果

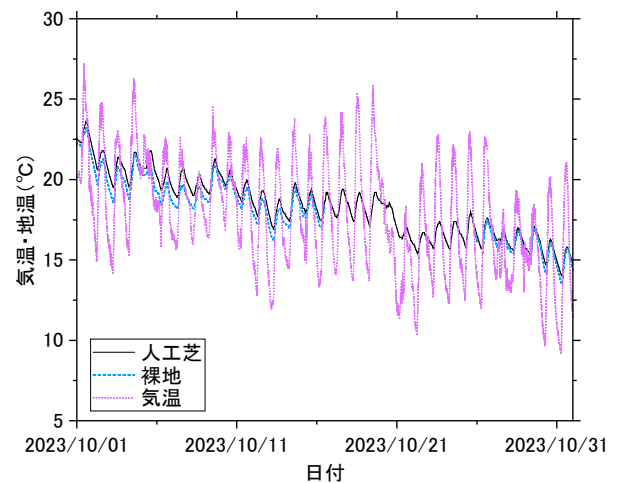


図6 10月中の地温・気温の測定結果

れる結果となった。設置開始時点で体積含水率は二つの地点で0.1程度の違いがあるが、設置箇所の条件や埋め戻し方の違いが影響している可能性もある。違いが分かり

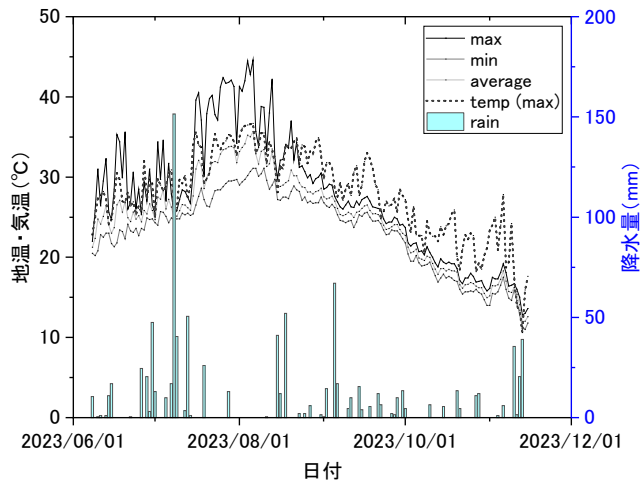


図7 人工芝敷設地盤の地温・気温・降水量の推移

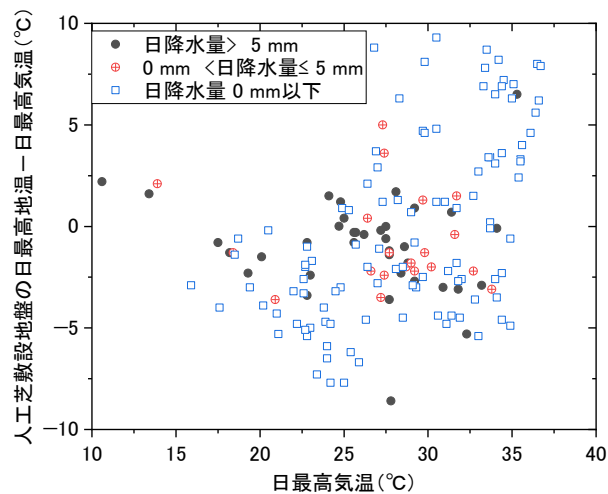


図8 人工芝敷設地盤の日最高地温と日最高気温の差

やすい2023年9月の結果を取り出したものを図3に示す。図3より、前述した初期状態から生じている違い以外の体積含水率の違いはほぼなく、降雨に連動して同一のタイミングで含水率の上昇と下降が繰り返された。ただし、全体的な傾向としては裸地地盤の方が含水率増加後の減少がやや早かった。

全計測期間の人工芝敷設地盤と裸地地盤の地温と、同一時刻の気温を図4に示す。8月中旬以降は、気温の変動に比べ地温の変動が少ないことが分かる。比較のために、8月の気温と地温の変化を図5に、10月の気温と地温の変化を図6に示す。図5より、8月中旬までは人工芝敷設地盤の1日での最高地温が気温や裸地に比べて5℃程度高くなり、45℃近くまで地温が上昇する期間もあった。また最低気温と人工芝敷設地盤、裸地の地温を比較すると、地温は人工芝の敷設の有無に関わらず、数度程度気温より高い値となり、特に人工芝敷設地盤におい

ては、地温が低下する夜間でも30℃程度の地温となることが示された。なお、人工芝敷設地盤への散水は計測期間中は行っていない。気温が下がった10月は、気温の1日での変動に比べて地温の変動は少なく、また人工芝の敷設の有無に関わらず、人工芝も裸地も同程度の地温の推移となった。そのため、人工芝敷設地盤では、夏季の地温に与える影響が大きいことが示された。次章において影響因子を検討する。

考 察

人工芝舗装地盤の地温に対する影響因子を検討するため、計測期間中の舗装地盤の日最高地温、最低地温、平均地温、日最高気温、日降水量を図7にまとめた。図7より、9月以降の秋季になると、最高気温が人工芝敷設地盤の最高地温を大きく上回るようになり、人工芝を敷設した影響は少なくなり、地温の変動は気温に比べ穏やかになると考えられる。夏季は前述のように、人工芝の表面が高温になることで、下部の地盤も影響を受けて日最高気温を大きく上回る最高地温となることが示された。この傾向は7月中旬から8月中旬までの期間で顕著であり、その理由として、そもそも最高気温が高い時期である他に、梅雨明け後、秋雨前線の前という降水量の少ない時期であることが原因として考えられる。本研究では日照量の計測は行っていないが、まとまった降水が観測された日時は人工芝舗装の地盤の気温上昇は少ない傾向がみられた。日照量が限られるのと、散水と同様の効果があるためだと考えられる。そのため、日本は典型的には梅雨明け後の夏季に降雨が少ない期間が続くが、人工芝への散水などの適切な管理を行わないと、その下部の地盤も高温により熱される状態となり、地温の高い状態が続くことで土壌環境への影響がある可能性が示唆された。

日最高気温を横軸にとり、人工芝敷設地盤の日最高気温と日最高気温の差を縦軸にとり、日降水量で区分したグラフを図8に示す。図8においては、日降水量が5 mmより大きい、0 mmより大きく5 mm以下、0 mm以下の3種類に分類した。図より、日最高気温が25℃を上回るようになると、人工芝敷設地盤の地温が日最高気温を最大10℃程度上回る値となる可能性があることが示された。日最高気温との差が5℃以上のケースは日降水量が0 mm以下のほとんど降水が観測されなかった日に集中した。5 mm以下のわずかな降雨の場合は、人工芝敷設地盤の日最高

気温が5℃以下の範囲で数日程度日最高気温を上回った。5 mmを上回る降水があった日のほとんどが日最高気温と同程度かそれ以下の地温の範囲であった。降雨が全くない状態で高気温になる日照条件では、人工芝敷設地盤の温度が上がりやすいことが示された。人工芝敷設地盤の下部地盤の地温に関しては、日最高気温と日降水量の予報により大幅な地温上昇があり得る日が推測し得る可能性が示された。

人工芝敷設による地温上昇が及ぼす影響は前述の通りであるが、通常は予め除草されたうえで設置され、また設置範囲も限られるため、生態系や環境への影響は限られると考えられる。地温の上昇は表面に設置した人工芝の温度上昇に起因するため、深部では影響が限られ、本研究でのセンサー設置箇所のように、表層付近の地盤浅部で影響があると考えられる。ただし夏季においては最高地温が40℃を上回る状態が数週間続いたため、長期間の敷設により、浅部の土壤微生物の生態系に影響が及ぶ可能性は否定できない。夏季の猛暑の間は、近年は屋外での長時間の運動を控えることも増えてきたが、人工芝の一般的なメンテナンス手法として、降雨に限られる夏季には定期的な散水を行うと、地温上昇の影響を軽減できると考えられる。

まとめ

本研究では、人工芝敷設地盤が敷設下部の地盤に及ぼす影響について、半年間程度の長期計測を行い明らかにした。その結果、土壤水分に関しては、地表面に敷設している影響で、降雨後の土壤水分の減少がやや遅いものの、敷設のない地盤と大きく傾向は変わらず、あまり影響がないことが示された。地温に関しては、梅雨明け後の降雨が少ない夏季において、人工芝の表面温度が上がることで、大きな影響があった。最高地温は日最高気温を約10℃程度上回る値となり、最低地温も最低気温に比べて高い値となり、長期間に渡り高温が維持されることが示された。特に日最高気温が25℃以上、日降水量5 mm以下の条件下において高温になりやすく、日中に散水を行うなどの適切な維持管理が必要であることが示唆された。夏季以外は人工芝敷設の影響はほぼみられず、気温に比べて既往の知見通り地温の変動は少なかった。気温の長期的な変動傾向に合わせて、地温も徐々に変化した。本研究では日照条件などによる地温の変動や分布のシミュレーションはせず、観測値の分析を行ったが、今

後はより詳しい解析や長期的に地中環境に及ぼす影響を明らかにすることが必要であると考えられる。

引用文献

- 遠藤嘉一 (1984) 人工芝の現状と課題, 繊維機械学会誌, 37 (9) :19-23.
- 尾形 保 (1965) ラジノクロバの夏枯れに及ぼす土壤の種類と地温の影響について, 土と微生物, 7 :16-22.
- 金野隆光・杉原 進 (1986) 土壤生物活性への温度影響の指標化と土壤有機物分解への応用, 農業環境技術研究所報告 :51-68.
- 木村裕和・山本貴則・安田雅宏・土肥弘一・松岡 敏生・松本 陽一 (2010) 静的荷重に対するタフテッドロングパイル人工芝の厚さ回復挙動, Journal of Textile Engineering , 56 (4) :123-127.
- 芝池英樹・前田淳志 (2014) 屋上緑化の UHI 緩和効果に関する研究- 人工芝と天然芝の日射反射性状実測と Wufi Pro による数値的検討, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 :81-84.
- 清水貴範・石塚成宏 (2003) 気温データによる地中 5 cm の地温データの補完方法の検討, 九州森林研究, 56 :237-238.
- 西村 忍・川村真紀・中里浩一・中嶋寛之 (2003) グラウンドサーフェイスの変化が大学アメリカンフットボール選手の身体損傷に及ぼす影響-土グラウンドと人工芝グラウンドとの比較, 日本体育大学紀要, 33 (1) :17-24.
- 濱口雄悟・上岡洋晴 (2013) ロングパイル人工芝グラウンドにおける暑熱環境とサッカー・プレーヤーの脱水との関連, パイロット観察研究, 身体医学研究 14 (1) :17-25.
- 八巻 諒・納富 信 (2024) 人工芝の色と温熱環境が利用者の満足度に与える影響に関する予備的検討, 環境情報科学, 53 (1) :123.
- 手計太一・丸山達也・乾 真寛 (2010) 保水性人工芝システムの熱環境特性に関する基礎的研究, 水文・水資源学会誌, 23 (1) :18-31.
- 村田智吉・田中治夫・川井伸郎・矢野 亮・渡邊真紀子 (2012) 自然教育園内における深度別地温の変動, 自然教育園報告, 43 :1-10.
- 国土交通省気象庁ホームページ, 過去の気象データ : <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2024 年 9 月 20 日確認)