

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05662

研究課題名（和文）小規模わさび田の価値を再認識する - 静岡市のわさび田を対象として

研究課題名（英文）Rediscovering the value of small-scale wasabi fields - focusing on wasabi fields in Shizuoka City

研究代表者

竹内 真一（Takeuchi, Shinichi）

東海大学・海洋学部・教授

研究者番号：30268817

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：安倍川上流のわさび田では冬期の水不足が顕著であり、品質劣化が懸念されている。2か所のわさび田の水温分布は10～18℃で推移した。標高の高い調査地では、水源の湧水量が不安定でわさびの生育適温下限値8℃を下回る日数が年間50～80日となった。標高の低い調査地では同日数は11日であり、安定していた。わさび用水の影響を受けた2高度の気温差が逆転し、蒸発散量を求めるボーエン比熱収支法の適用を困難とした。わさび田上位部のヒノキ林分における渇水期の樹液流動が活発であったことから、わさび用水との水競合が伺えた。わさび田を取り巻く観光構造は、宿泊施設の集積地および目的地としての選択が限定されていた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

わさびの正常生育に最も重要な水温情報を長期間で複数地点において得た点、わさび田の微気象環境がモザイク状に成立していることを計測事実として得た点、冬季の低温期にわさび用水が田面表層10cmの気層を加温していることを示した点は、貴重な学術的成果である。さらに本研究はわさび田の多面的な機能として、セラピー効果や観光構造などに言及した点は社会的な意義を提示した内容となっている。わさび栽培者の認識に科学的な調査結果を加えて情報を発信することで、小規模わさび栽培の価値を広く認識してもらうために有用である。

研究成果の概要（英文）：Water shortages in winter are noticeable in the wasabi fields located at upstream of the Abe River. The water temperature distribution in the two wasabi fields ranged from 10 to 18 °C. At the high-altitude survey site, the number of days per year when the temperature fell below 8 °C, the minimum temperature for wasabi growth, was 50 to 80 days. At the low-altitude survey site, the number of days was stable at 11 days. The temperature difference between the two altitudes affected by the wasabi irrigation water was reversed, making it difficult to apply the Bowen heat balance method to calculate evapotranspiration rate. Sap flow rate was active during the dry season in the cypress forest at the top of the wasabi fields, suggesting competition for water with the wasabi irrigation water. The tourist structure surrounding the wasabi fields was limited in terms of the concentration of accommodation facilities and the options as a destination.

研究分野：農業水文学

キーワード：わさび田 水温 微気象 観光 石積み 水管理

1. 研究開始当初の背景

わさび田はその特異な歴史的背景から、静岡市安倍川上流域や伊豆半島山間部、長野県安曇野市などに散在している。現在、これらのわさび田の多くは生産組合や法人等により管理され、著名な観光スポットとなった大規模なわさび田も見られる。他方、個人所有の小規模わさび田の多くは、森の中にひっそりと存在している。開田時に多大な労力が注がれたにも関わらず、それらは立地条件や営農後継者不足、低い生産性などから、存続が危ぶまれている。一方で、このようなわさび田の初見時の感動および癒し効果は衆目の一致するところであり、環境面でも多面的な機能が大きい。平成30年に世界農業遺産に認定され、注目度が増している静岡市のわさび栽培に関する知見の蓄積が多方面から求められている状況であるが、水耕栽培など閉鎖系の研究成果に比べてわさび田そのものを対象とした研究成果は少なく、わさび栽培に重要となる水温の長期間の計測結果などは見当たらないのが現状である。他方わさびは和食に広く用いられるため、インバウンド旅行者にとっては日本を感じさせる観光資源、国内旅行者にとっては里山や農山漁村などの地方を感じさせる観光資源としての価値が認められており、食や土産物としての観光資源だけではなく来訪地としての観光資源としても期待されるようになった。

2. 研究の目的

本研究では、渓流水源の森林内に点在する静岡市の小規模水わさび田の環境価値を再認識するために、①わさび田の成立環境や栽培者の経験知を評価して持続性の検討を行うと同時に②観光資源としての価値を評価し、セラピー基地としての可能性を検討し、静岡水わさび栽培の持つ価値を学術的に評価することを研究目的として着手した。①の研究課題は二か所のわさび田において、水温調査をそれぞれ複数年行う。今後変動する気象環境下において、わさびの正常生育を担保するためには、わさび用水の定量化が必要であり、本課題ではライシメータ法とボーエン比熱収支法の適用を試みる。②の研究課題は、わさび田の環境を維持しつつ、厳しい農業専業的経営に観光要素を加えることで、わさび田のある文化的な景観を存続させる方策を検討する。

3. 研究の方法

本研究では、わさび田の持続的な成立環境を評価するために、静岡市の安倍川上流右岸に位置する横山地区のわさび田（標高700m：33段：積算高40m）と俵沢地区のわさび田（標高380m：23段：積算高33m）を対象に水温の自記記録を行い、長期間の計測データを蓄積した。わさびの消費水量を把握するために、微気象学的手法によりわさび田の蒸発散量の計測を試みた。さらに俵沢地区ではわさび田上位部のヒノキ林分において樹液流計測を行い、樹木の吸水とわさび用水の水競合について検討した。わさび田の複合的な石積み工の特徴を明らかにし、畳石式わさび田の構造を忠実に再現したミニわさび田を構築し、井戸水にて栽培試験を長期的に実施した。わさび田の観光的な価値を明らかにするための計画論的研究も行い、わさび田を取り巻く観光構造を解析した。わさび田の石積み工については南九州大学の篠崎圭太郎技能職員が、観光面からのアプローチは東海大学の田中伸彦教授が担当した。これらの研究活動を逐次、SNS等により外部発信して、わさび田、わさび栽培の周知度を向上することを企図した。

(1) わさび田の環境調査

横山地区のわさび田は主に湧水を水源とし、隣接する溪流からホース取水により適時補水されている。2019～2022年においてボタン型温度ロガーを防水処理して、33段中8～10段の水温分布を計測した。2021年に15、16、25段において、ボーエン比熱収支法の計測要素である純放射計と2高度の温湿度計を設置し、短期集中観測を行った。同時に直径22cmの塩ビ容器にわさびを移植し、秤量するマイクロライシメータにより、わさびの蒸発散量を求めた。俵沢地区のわさび田は湧水と渓流水による複合水源である。2022～2023年において、23段中5～6段の水温分布を計測した。

(2) 樹液流計測

俵沢地区のわさび田群の上位部に位置するヒノキ林分において、2個体を対象にHR法を適用しヒートパルス速度を30分間隔で計測した。樹高は推定20mでDBHは34cmと28cmである。比較対象のために、高さ1.5mにおいて飽差を算定した。

(3) わさび田の石積みとミニわさび田

2022年9月の台風15号に伴う豪雨により調査地のわさび田は被災した。被災断面を精査することにより、畳石式の石積み工を精査した。チェーンブロックとチルホールを駆使した石積みの復旧過程を体験した。畳石構造を再現したジオラマを作成するとともに、牧之原市においてわさび栽培を井戸水にて検証するミニわさび田を構築した。ミニわさび田は冬季の水量不足へ検討目的でもある。

(4) セラピー基地としての検討

心療内科医の現地視察によりわさび田の持つ癒し効果を検証した。高い癒し効果は確認されたが、現地へアクセスが隘路となったため、川根本町にて実施される森林療法プログラムに同地区のわさび田への訪問を取り入れた。

(5) わさび田の観光的価値

山間部のわさび田の文化的景観が地域振興に貢献しているかについて、検証の余地が残されており、ここでは静岡市内全域の観光デスクレーションや宿泊施設の地理的集散状況を分析して、わさび田を取り巻く観光構造を解析した。

4. 研究成果

(1) わさび田の環境調査

過去40年の降水の傾向を調べた結果、冬期(12~2月)の少雨傾向は直近10年の月別降水量に差異はなく、調査年の特異性はなかった。横山地区のわさび田の水温分布の長期計測結果より(図1抜粋版)、2020年は水源に近い上位部は7~15℃、平均11.8℃と安定し、下段は気温の影響により夏に高く、冬に低くなる通年傾向を得るとともに、18℃の較差が生じていた。2021年は、わさび田上段の1、4段目では年間を通じて9.5~14.0℃と安定していたのに対し、中段および下段では1.0(露出)~19.5℃と変動が大きく推移した。2021年と2022年の冬季の降水量が654.5mmと348.5mmであったが、2021年と2022年の中・下段における生育下限値8℃を下回った日数が53日と83日となり、降水量と水温低下は密接に関わっていることがわかった。一方でわさびの生育障害は周辺の栽培者も含め報告は無い。2022年の5月から8月にかけて、15段目において2高度の温度差の計測結果を解析した(図2)。期間前半は、わさびの被覆率は100%を達成しており、植被効果により温度差(上一下)は負の値を示し(N=13)、最低値は-0.8℃となった。一方、期間後半は大部分のわさびが収穫されて、田面が露出したことにより、接地気層は流水に伴う冷気の影響を受け、温度差は正の値を示し(N=18)、最大値は0.4℃となった。わさびの被覆率が約50%の16段目における計測結果では、温度差は正の値を示し(N=15)、流水の影響を受けていた。このように、わさびは1~1.5年の生育期間を要し、通年栽培であることから被覆率の異なる田面がモザイク状に存在し、複雑な微気象環境を作り出していた。湿度差はより複雑な結果となり、定性的な傾向が得られなかったことから、ボーエン比熱収支法による蒸発散量の解析は不可能となった。マイクロライシメータによる計測では、参考値として0.3mm/hを得た。俵沢地区の水温計測結果(図3)では2023年度に中段で生育下限値8℃を下回った日数は11日間であった。湧水と渓流水の混合による水温の安定傾向が確認できたが、中段と下段において明瞭な加温効果は確認されず、水文学で扱われる粘土からなる基盤層からの復帰流のような成分が存在する可能性が示唆された。これは個々のわさび田の構造によるところが大きい。

(2) 樹液流計測

わさび田上位部の斜面中腹に生育するヒノキ2個体を対象に樹液流測定を行った結果、ヒートパルス速度は飽差の変化と合致し、冬季は年最高値の63%程度で、Saito et al. (2016)のグラニエ法による計測結果の33%を上回った。湧水期においても樹液流動が活発で、わさび用水との水競合が生じている可能性が示された。これは栽培者の懸念と一致しており、今後の詳細な検討が求められる課題である。

(3) わさび田の石積みとミニわさび田

わさび田の石積みは立地条件から人力施工が中心で、かつ施工の容易性と機能性が重要となる。また石の面長さより、奥行きを長くして積み上げていることが特徴である。これは重機による造園での石積みとは対照的である。

ミニわさび田は全長2.2m、奥行き0.9m、最高高さ50cmの外枠を割栗石の石積み工で作成し、底部はコンクリート床版の防水構造とし、穿孔した塩ビパイプを楕状に配置して、底部余剰水を排除した。小割栗石、川砂利(大中小)、作土砂の5層の土層断面構造とし、最短15分間隔で井水を送停制御して、わさびの栽培試験を行った。横山地区のわさび田にて通水型塩ビ容器内にて、苗から1.5年間生育させたわさびを2023年3月に容器ごと14株を移植した。1か月後の養生後に最大80gの根わさびを収穫した。栽培水温は4月下旬に生育上限の18℃を上回り、11月に再び18℃を下回る。この間の栽培は根わさびの腐敗を招く。夏季に井戸水を冷却して、水温低下を試みたが、20℃の創出が限界であった。また、ミニわさび田にて昇温のため、生育不良となった個体を俵沢地区のわさび田に移植して養生した結果、正常生育を確認した。こちらの知見はわさびの生態展示の計画に利用されている。なお、冬季の低温期にわさび用水が田面表層10cmの気層を加温していることが計測された。

(4) セラピー基地としての検討

心療内科医の実践してきた森林療法と里山で実践している里山療法の効果を取りまとめて、森林学会にて発表した。川根本町のわさび田への来訪を試験的に取り入れ、効果と問題点を検証した。

(5) わさび田の観光的価値

静岡市内全域の観光デスティネーションや宿泊施設の地理的集散状況を分析して、わさび田を取り巻く観光構造を解析した。その結果、静岡市内には、様々なテーマを持ったデスティネーションが分散して多数集積する一方、宿泊施設の集積地は限定されている実態が明らかとなった。また、観光資源としてのわさびの活用実態を、既存データベースで整理するとともに、わさびの観光デスティネーションとしての活用の可能性を考察した。結果としては、「全国観るナビDB」では69件のわさびに関する観光情報が掲載されているものの、デスティネーションとしての活用は、長野、静岡で少数確認できるに過ぎなかった。そのため、わさび栽培地をデスティネーション化するための課題について検討を行った。

(6) 総合考察

わさび田は先達が源頭部の水文環境を理解して、出水を制し、現場の石を積み上げた機能的な“水文遺産”として位置づけられる。モザイク状の冷涼な微気象環境が成立し、農薬未散布による独特な生態系が発達している。わさび田上位部の森林との水競合は寡雨期に問題となりつつあり、気候変動への対応を人的資源との確保と同時に行う必要がある。

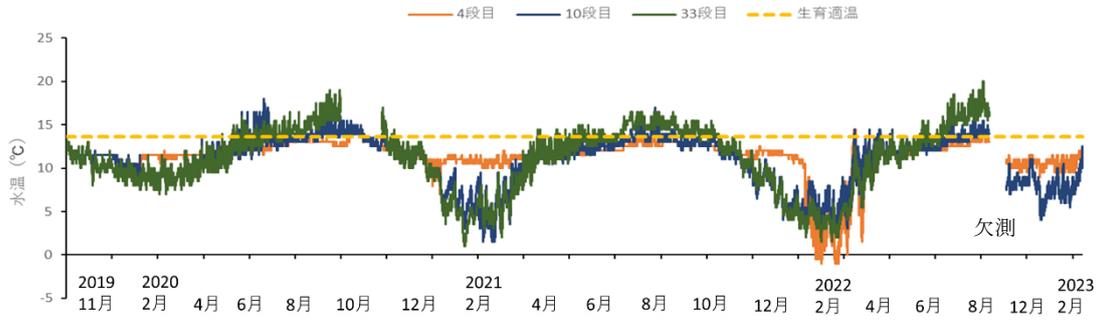


図1 横山地区のわさび田の水温分布の計測結果 (抜粋)

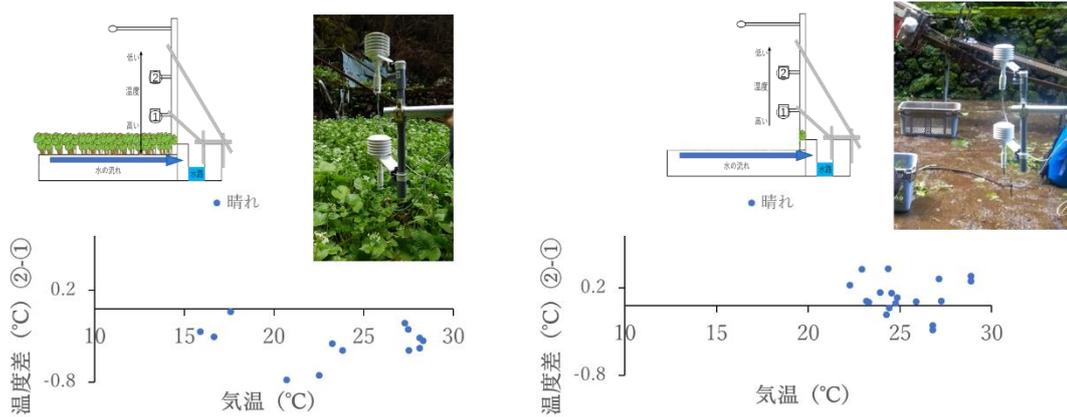


図2 わさび被覆率の違いによる2高度の温度差 (横山地区15段目)
—熱収支ボーエン比法の適用—

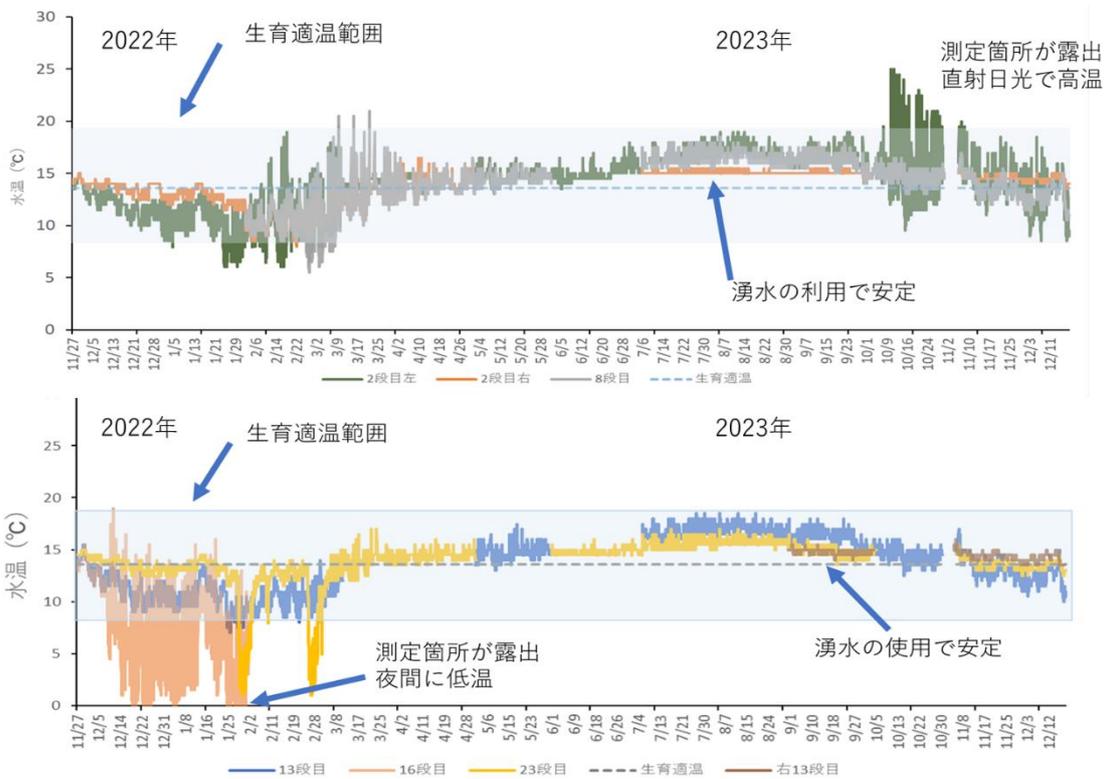


図3 俵沢地区のわさび田の水温分布の計測結果

成果還元等

東海大学自然史博物館にて実物展示 「静岡の自然～山葵～」 2022年1月～2月

全国わさび品評会にてポスター発表 2023年11月

被災わさび田復旧活動 2022年10月～11月

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 田中伸彦、竹内真一
2. 発表標題 観光資源のワサビの現状と課題
3. 学会等名 日本森林学会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 竹内真一、篠崎圭太郎、田中伸彦
2. 発表標題 小規模わさび田の価値を再認識する - 静岡市のわさび田を対象として
3. 学会等名 日本森林学会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 竹内真一、田中伸彦、篠崎圭太郎
2. 発表標題 ワサビ田の微気象構造とその上位部に生育するヒノキの樹液流測定
3. 学会等名 日本森林学会大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 田中伸彦、竹内真一
2. 発表標題 観光資源としてのワサビの現状と課題
3. 学会等名 日本森林学会大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 田中伸彦, 竹内真一, 高橋美里, 霜田孝太郎, 中村麟太郎
2. 発表標題 静岡市における小規模わさび田の文化的景観を取り巻く観光構造
3. 学会等名 日本森林学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹内真一、竹内俊明
2. 発表標題 森・里山を活用した癒しのプログラムの試行 静岡県川根本町と牧之原市で
3. 学会等名 日本森林学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 竹内真一
2. 発表標題 小規模わさび田の価値を再認識する 静岡市のわさび田を対象として
3. 学会等名 日本森林学会
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	田中 伸彦 (Tanaka Nobuhiko) (70353761)	東海大学・観光学部・教授 (32644)	

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 分 担 者	篠崎 圭太郎 (Shinozaki Keitaro) (30842306)	南九州大学・環境園芸学部・都城事務部フィールドセンター 課 主任 (37601)	

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