

令和 6 年 4 月 27 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05328

研究課題名(和文) 高知県中山間地の水田転換ショウガ圃場において病害発生を助長する土壌環境条件の究明

研究課題名(英文) Soil environmental condition of the ginger field converted from paddy and its relationship to disease infection in the mountainous region of Kochi Prefecture

研究代表者

田中 壮太 (Sota, Tanaka)

高知大学・教育研究部総合科学系黒潮圏科学部門・教授

研究者番号：10304669

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：高知県四万十町は我が国のショウガ生産の中核地域であるが、病害発生が深刻な問題である。本研究は、水田転換圃場内の谷側と山側の違いや土壌物質の違いに起因する土壌環境の空間変異に焦点を当て、病害発生を助長する土壌環境条件の究明を目的とした。薬剤消毒の効果は十分な深さにまで到達していると考えられるが、外部から降水流入により排水が追い付かないような圃場では、消毒を免れた土壌深くの生残菌が多雨時の土壌水の上昇とともに作土へ移動し、根に感染する可能性が示された。一部の圃場の下層土には水分保持能の極めて高い鬼界カルデラ火山灰由来の赤音地層が存在し、不透水層の役割を果たすことで病害を助長していると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ショウガ栽培についての作物病理学研究や防除に関する研究は高知県などにより行われてきたが、それらの成果を実際のフィールドに適用するための研究知見は皆無であった。

本研究では、圃場間のみならず圃場内での立地・土壌環境の変異と病害発生との関係を調べるとともに、音地土壌の理化学的性質や物理性、鉱物性を詳細に検討することにより、病害発生とその程度は赤音地層の有無のような下層土の状況に起因している可能性が高いことを示した。これらの結果をもとに、立地・土壌条件を類型化し、病害発生の原因となる圃場の排水に関する対策や消毒方法の選択に関する試案を策定して、生産者や行政に提案した。

研究成果の概要(英文)：Simanto Town in Kochi Prefecture is the center of ginger production in Japan. However, disease infection is serious problem in the production. This study investigated spatial variability in soil environmental condition within each ginger field in order to clarify the soil conditions which would exacerbate the disease occurrence and damages. The effect of soil fumigation seemed to reach to sufficient soil depth. However, in case of the fields where drainage could not keep out the rainwater inflow from outside, it is suggested that surviving pathogens in deep soils could move up toward surface soils with rising soil water levels during rainy season, resulting in the infection to ginger roots. There were the Akaonji layer found at subsoils in some fields, a volcanic ash layer derived from the Kikai Caldera eruption. The Akaonji layer had extremely high water holding capacity to play a role of impermeable layer, probably exacerbating the disease occurrence and damages of ginger plants.

研究分野：土壌肥沃度・特性評価

キーワード：ショウガ 音地 中山間地 土壌の空間変異 根茎腐敗病

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 高知県のショウガ生産は全国第1位で、なかでも高岡郡四万十町は県内最大の産地である。同町のショウガは、おもに中山間地の水田転換圃場で露地栽培されている。土壌・水媒伝染性の根茎腐敗病などが梅雨や台風の多雨後に多発することから、県の生産者向けマニュアルでは排水良好な圃場を選定することが推奨されているが、病害発生が後を絶たないのが実情である。

(2) その背景として、ショウガの作物病理学的知見や土壌消毒による防除効果について多くの成果が公表されている一方で、それらを中山間地である四万十町の多様な立地・土壌条件に適用するための研究が皆無であるとともに、ショウガ栽培土壌の基本的な情報も不足していることが考えられる。したがって、病害発生を助長する土壌環境条件を究明するとともに、病害発生リスクの回避スキームを生産者に提示することが重要な課題となる。

(3) 本研究に先立って、予備的研究(四万十町受託研究)により以下の結果を得ていた。

- ・土壌消毒後の作土層の性質と病原菌密度について、前作での病害発生圃場の作土層は未発生圃場より水分が高かった。いずれの圃場でも根茎腐敗病菌や青枯病菌は検出されなかった。
- ・高知県の台地には音地(おんぢ)と呼ばれる7300年前の喜界カルデラ噴火に由来するアカホヤ起源の火山灰土が分布し、有機物の多い黒色土壌は黒音地、赤味の強い土壌は赤音地と呼ばれている。土壌断面を調べたところ、全ての圃場は小規模水田(棚田)を大区画化整備したもので、谷側の鋤床層の下には、高さを合わせるための厚い盛土がみられた。「ここは特に水が多い」と生産者が指摘した2圃場の谷側では、盛土が赤音地であった。
- ・断面調査では、多くの圃場の盛土層で斑鉄が観察された。夏季から秋季(ショウガ栽培期)の多雨時に本来の斜面沿いに谷側へと水が集まり、盛土層は過湿・還元化すると思われた。赤音地の盛土層は三価鉄のオレンジ色と二価鉄の青灰色のコントラストが明瞭であった。

2. 研究の目的

四万十町の水田転換ショウガ圃場を対象として、圃場内の谷側・山側の違いや盛土の土壌物質の違い(赤音地かどうか)に起因する土壌環境の空間変異に焦点を当てることにより、土壌特性や水分動態、ショウガ生育、病原菌分布などを評価し、病害発生を助長する土壌環境条件を究明する。そして、病害リスク回避スキームを策定し、生産者や行政に提案することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 作土層の評価：事前研究も含む2019~2021年の6月~7月に50圃場の作土を採取し、pH、全炭素・窒素、CEC、交換性塩基、可給態リン酸、粒径組成などの一般理化学性を調べるとともに、メタゲノムDNA抽出・解析により、根茎腐敗病菌および青枯病菌の検出を行った。さらに、試料採取の際に生産者への聞き取り調査を行った。

(2) 土壌断面調査・分析：収穫後の合計23圃場において、山側と谷側の地点で土壌断面調査を行った。長谷川式土壌貫入計により、土壌硬度・深度を計測した。各土壌層位から土壌試料を採取し、上述のような一般理化学性とともに、物理性(仮比重、三相分布、透水性、保水性)を調べた。さらに8圃場の山側と谷側の分析試料から計45点を選定し、鉱物性(粘土鉱物組成、リン酸吸収係数、全元素含量、選択溶解法によるコロイド組成)を分析した。

(3) 土壌水分モニタリング：山地斜面上の圃場(盛土層が赤音地でない)と四万十川河岸段丘面上の圃場(盛土層が赤音地)において、種ショウガの植付時に、植付位置の上下に相当する深さ(畝の表面から10cmと20cm程度)に土壌水分センサー(METER EC-5)を埋設し、土壌水分を記録した。また、降水量を雨量計(METER、ECRN-100)により記録した。同時に、1ヶ月毎に土壌試料を採取し、一般理化学性の経時変化を調べた。

(4) 灌水試験：四万十町の大半の露地栽培圃場では灌水が行われておらず、梅雨明け後に植物体の葉が縦に丸まり乾燥ストレスをうけている様子が観察された。そこで、閉鎖系ポット試験と圃場試験を実施し、灌水による乾燥緩和が露地ショウガの生育量と収量に及ぼす効果を評価した。ポット試験の乾燥区は土壌水分が最大容水量の50%、灌水区は栽培80日後までは最大容水量の50%、それ以降は最大容水量の80%を維持するように重量法で灌水を行った。圃場試験では、乾燥区は無灌水、灌水区は降水量10mmを想定したジョウロ灌水を行った。土壌水分センサーにより土壌体積含水率を測定した。成熟期頃のショウガの生育量を評価した。

(5) 病原菌検出方法の検討：四万十町では青枯病菌の発生はあまり見られず、根茎腐敗病が主であることから、ベイト(エゴマを用いた)を含むお茶パックを目的の圃場に埋め、回収後に選択培地上で菌糸を形成させる方法(ベイト変法)を採用し、圃場での根茎腐敗病菌の特異的検出を試みた。さらに、根茎腐敗病菌特異的プライマーを利用したPCRによる検出を行った。

4. 研究成果

(1) 聞き取り結果

ショウガの慣行栽培では輪換体系が明確に決められておらず、主役はショウガで、その病害発生状況により水稻や別の畑作物、休耕に切り替えられていた。土壌消毒剤は、クロルピクリン剤

が主であり、バスアミド剤と併用しているケースが多かった。ユニフォーム粒剤やランマンフロアブルも一部で使われていた。一方、有機・無農薬栽培では、オクラ、ソルゴー、カボチャのような畑作物が1年ごとに輪作されていた。深根性の作物による土壌深部の透水性改善効果や、罹患する病原菌の違いによる病害抑制効果を狙った輪作体系を採用しているとの回答であった。病害防止策として、種ショウガの選定34件、排水対策27件、前作ショウガ残渣の除去13件の回答があった。調査圃場は、ショウガ栽培2年目の圃場が10件と最も多く、次いで3年目が8件、4年目、5年目の圃場はそれぞれ6件であり、7年目から9年目を迎える圃場もそれぞれ1件ずつあった。前作がショウガ以外の作物である有機・無農薬栽培の8圃場と耕作放棄地であった1圃場を除くと、残り41圃場のうち、26圃場で前年度に病害が発生していた(根茎腐敗病25件、軟腐病1件、青枯れ病0件)。病害発生時期は、前年度からとの回答は11件で、他は2~3年前であった。病害が多発し、休耕が必要とされている割に、複数年にわたって栽培を継続できる圃場も多いように思われた。病害程度は、全面あるいは、ほぼ全面で病害が発生したのは3件のみであり、他の圃場では半面や一部のみの発生であった。これらから、「一度病害が発生すると、圃場内で急速に蔓延し大きな被害を招く」とされているが、連年病害が発生していても、被害は圃場の一部に限られ、耕作放棄に至らないケースが相応にあると考えられた。

(2) 作土層の状況

作土の一般理化学性について、病害発生の観点からは、病害未発生の圃場の方が病害発生圃場に比べてpH、EC、有効態リン酸、交換性カルシウム、マグネシウム、カリウム、塩基飽和度が高い傾向が見られた。早い時期に試料採取を行った2019年の結果において、その傾向が顕著であった。一方、栽培年数に関しては、2019年、2020年の試料とも、有効態リン酸との間に有意な正の相関がみられ、栽培年数が長いためにリン酸が集積した、あるいはリン酸を多量に施用する圃場では病害が発生しにくく長期連作が可能であったという、いずれかの因果関係の可能性が考えられた。一方、微生物性について、細菌叢構成はショウガ圃場毎に異なっていたが、病害発生の有無との関連性は見られず、細菌叢構成が病害発生の有無に影響を与えないことが示唆された。メタゲノム解析の配列には、全ての圃場の試料に根茎腐敗病菌、青枯病菌由来と思われる配列は含まれていなかった。土壌消毒による微生物相の影響を見たところ、消毒前後で微生物叢の構成が変化した。特に低濃度エタノール消毒と石灰窒素消毒を比較すると、真菌の多様性が低濃度エタノール消毒後により低下した。したがって、真菌を原因菌とする病害に対しては低濃度エタノール消毒法が石灰窒素消毒よりも適していることが示唆された。

(3) 土壌特性

土壌断面観察では、活性アルミニウム反応に陽性でかつ黒味や赤味が強く、明瞭に黒音地や赤音地であると判断できる層位のほか、活性アルミニウム反応には陽性であるが黒味や赤味があまり強くない層位も見られた(図1)。前者は礫をほとんど含まないという特徴が見られた。後者は礫含量が高いものも多く、音地と非火山灰土が混入していると考えられた。採取した土壌試料について、pH(NaF)による火山灰土判定を行ったところ、山側と谷側の両方で火山灰土層を含む圃場が9圃場、山側と谷側のいずれかに火山灰土層を含む圃場が5圃場、山側と谷側ともに火山灰土層を含まない圃場が9圃場であった。火山灰土層を含む断面では、表土に黒音地層が見られる場合もあったが、下層土に赤音地層が見られる断面が多く、中には50cmの厚みを持つものもあった(図1のSMT31)。また、pH(NaF)の値は下層土の赤音地層の方が高く、火山灰土としての性質が強く現れていた。鬼界カルデラ噴火時の降灰の分布がある程度均一であったと仮定すれば、地形に応じて降灰流出や斜面上部からの土砂堆積の状況が異なることで、異なる土壌が出現し、次いで、1970年代以降に開始された圃場整備事業の際に圃場内で切盛りが行われたことで、圃場内に大きく異なる土壌が形成されたと考えられた。

火山灰土層を含む断面の土壌は、おおむね深く70cmを超えていた。硬盤層と礫層の位置は必ずしも一致しておらず、硬盤層は礫を締め固めて形成されたものではないと考えられた(図2右)。一方、火山灰土層を含まない断面の多くでは、硬盤層と礫層の位置が一致しており、それ以深には土壌貫入計は貫入しなかった(図2左)。また、河川横の圃場の一部では、火山灰土層を含まないが、礫がほとんどなく、深い土壌もあった。火山灰土層の物理性の特徴は、非火山灰土層に比べて、軽く、

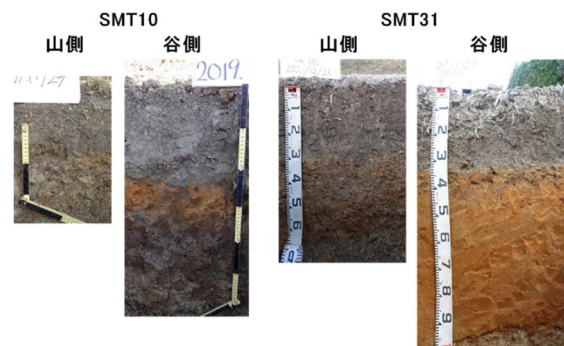


図1.土壌断面の例(SMT10とSMT31)

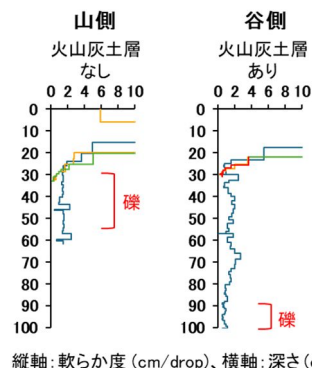


図2. SMT31における長谷川式土壌貫入系の計測結果と礫層の位置

固相率や気相率が低く、降水の少ない冬季でも液相率が非常に高いこと、粗孔隙率が低く、細孔隙率が非常に高いこと、飽和透水係数が低いことであった(図3)。pF水分曲線からは、火山灰土層の中でも下層土の赤音地層は体積含水率が非常に高いが、作物の水分吸収に寄与しない高pF域での水分割合が非常に高いことが分かった(図4)。したがって、このような特異な物理性をもつ赤音地層

は厚ければ厚いほど、水分を多く保持し、不透水層のような役割を果たしていると推察された。一方、土壌の化学性は一般に管理方法や時期に大きく影響を受けるが、火山灰土層の方が、全炭素や全窒素

が高かったことから、有機物(炭素)の蓄積能が大きいことが示された。火山灰土層は、陽イオン交換容量(CEC)が高かったが、塩基保持量は低かった。火山灰土層(特に下層土において)は、リン酸吸収係数が高く、可給態リン酸は低い傾向が見られた。

鉱物性を分析した8圃場について、5圃場の下層土で $Al_{0+1/2}Fe_{0+1/2}$ $20g\ kg^{-1}$ の層位が含まれていた。表層土はすべて $Al_{0+1/2}Fe_{0+1/2} < 20g\ kg^{-1}$ であった。同一の圃場内では谷側の方で $Al_{0+1/2}Fe_{0+1/2}$ が高い層がみられた。同一の断面内では、赤味が強い層位の方が $Al_{0+1/2}Fe_{0+1/2}$ は高く、その上や下の層位は赤味が弱く、 $Al_{0+1/2}Fe_{0+1/2}$ は低かった。 $Al_{0+1/2}Fe_{0+1/2} 20g\ kg^{-1}$ の層位の方が、 $< 20g\ kg^{-1}$ の層位より粗砂が多く礫が少ない傾向が見られた。リン酸吸収係数は $Al_{0+1/2}Fe_{0+1/2}$ の値と良く対応していたが、 $Al_{0+1/2}Fe_{0+1/2}$ が高い($75g\ kg^{-1}$ 以上)場合には頭打ちになっていた。XRD分析では、 $Al_{0+1/2}Fe_{0+1/2}$ が高い層位ではピークがほとんど検出されず、粘土鉱物は非晶質鉱物により構成されていると考えられた。 $Al_{0+1/2}Fe_{0+1/2}$ が低くなるにつれて、非晶質鉱物と結晶質鉱物が混在し、結晶質の主要な鉱物種としてカオリン鉱物、イライト、Hydroxyl Interlayered Vermiculite (HIV)が検出された。これらの割合は1つの圃場内の層位間では類似していたが、圃場間では若干異なっていた。全元素含量について、 $Al_{0+1/2}Fe_{0+1/2}$ の値によらず全Alは比較的高い値であり、また、 $Al_{0+1/2}Fe_{0+1/2}$ の高いグループの方が低いグループより全Alは高く、全Si、Mgは低かった。遊離鉄の結晶化指数と活性度を図示すると、多くの試料は褐色森林土や黄褐色森林土の領域(永塚1975)に分布した。しかし、 $Al_{0+1/2}Fe_{0+1/2} 20g\ kg^{-1}$ の試料間では、これらの指標値のパラッキが大きかった。以上の結果から、同一の圃場内でも谷側と山側の地点では赤音地層の存在状況が異なること、赤味の強い層は $Al_{0+1/2}Fe_{0+1/2}$ が高く、非晶質鉱物が主体の比較的純粋な赤音地であるが、その上下の層は通常の土壌物質と混合されていること、赤音地層でも風化の程度などの性質が異なっている可能性が高いことが示された。

(4) 土壌水分・養分の推移

合計降水量はSMT53(山地斜面)よりSMT58(四万十川河岸段丘面)の方が多かった。両圃場ともモニタリング開始から梅雨期にかけて土壌水分が徐々に増加した。種ショウガが浸水するような降水イベントは、SMT53の方がSMT58より多かった。SMT53は、SMT58に比べて土壌水分が高く、降水後の水分低下が小さかった。SMT58では降水後に水分が急速に低下し、排水が良好であると考えられた。両圃場とも山側の下層土で水分が高い傾向が見られ、特にSMT53は上段や側方の圃場からの排水流入が原因であると考えられた。土壌養分の推移を比較すると、pH、EC、交換性Ca、Mg、KはSMT53で高く、苦土石灰などの施用量が多いと考えられた。但し、Ca/Mg比はSMT58で高く推移しており、相対的にMgの施用量が多いと思われた。一方、全炭素、全窒素、C/N比、可給態リン酸はSMT58で高く、堆肥やリン酸の施用量が多いことに加えて、火山灰土による有機物の分解に対する保護効果が示唆された。無機態窒素関連の性質に圃場間で差は見られなかったが、7月末には大きく低下していた。圃場内の山側と谷側という点では、SMT58の全炭素と全窒素は山側の方が高く、アカホヤの混入程度や土性の違いが影響している可能性があると考えられた。両圃場とも、その他の性質には山側と谷側の間に特筆すべき差異はなかった。SMT53では山側で病害が激しかったこと、SMT58ではそれほどではなかったことから、病害発生とその程度には土壌水分の高さが最も重要な要因であるとともに、pHや交換性塩基や可給態リン酸の量も関連している可能性が示唆された。

(5) 灌水試験結果

ポット試験の乾燥区では土壌体積含水率が成長障害水分点であるpF3.0の体積含水率より低かった。一方、灌水区の土壌体積含水率は栽培80日以降、pF3.0の体積含水率より高かった。ショウガの生育量は、灌水区が草高、偽茎数、新ショウガ新鮮重、地上部および新ショウガ乾物

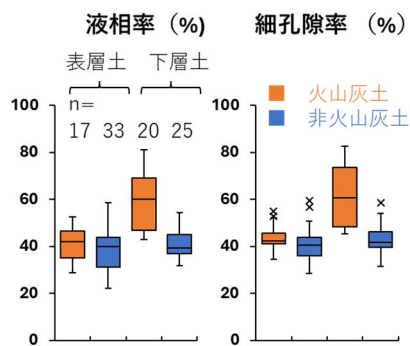


図3. 表層土と下層土の液相率及び細孔隙率

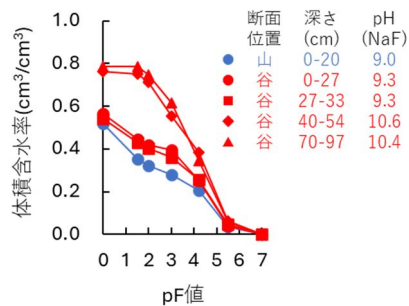


図4. SMT31におけるpF水分曲線

重の5項目で乾燥区よりも大きかった。一方、圃場試験の乾燥区では土壌体積含水率がポット試験におけるpF3.0の体積含水率より低かった。灌水後、灌水区の土壌体積含水率は増加したが、ポット試験におけるpF3.0の体積含水率を超えない、もしくは超えた場合でも1~4時間後に灌水前の状態に戻ることが分かった。灌水期間中の総降水量は1246.5mmであり(AMeDASデータ)、総灌水(80mm)や平年の総降水量(877.9mm)より大きかった。ショウガの生育量は地上部草丈と新ショウガ乾物率を除くいずれの測定項目も処理間差がなく、個体間差が大きかった。さらに同一処理区内のショウガ生育量の個体間差を踏まえて、得られた結果を個体毎に解析した結果、草丈と新ショウガ乾物率は負の相関($r=-0.56$)を示した。乾燥ストレスによって草丈が減少し乾物率が増加していたことが示唆された。以上より、灌水による土壌乾燥の緩和は、ショウガの生育を改善しうることがポット試験から示された。しかし圃場試験ではポット試験と同様の効果を再現できなかった。圃場では、同一処理区のショウガの個体間差、降水量の年次間差、作土の低い保水力などがショウガの生育に及ぼす灌水の効果を打ち消した可能性があると考えられた。圃場試験では根茎腐敗病が多発したが、灌水処理による病害の助長は認められなかった。

(6) 病原菌検出法の検討

ベイト変法では、根茎腐敗病菌以外の糸状菌がベイトに付着することにより、根茎腐敗病菌を特異的に検出することはできなかった。一方、特異的プライマーを用いたPCRによる検出では、根茎腐敗病菌が蔓延した圃場の土壌から根茎腐敗病菌が検出された。この方法であれば、土壌は0.25gしか必要でないという利点がある。次いで別圃場で病徴が見られたショウガ個体付近の土壌2か所では、深さ0-5cm、5-10cm、10-15cm、15-20cmのいずれにも根茎腐敗病菌が存在していることが明らかとなった。さらに同じ地点のショウガ収穫後の土壌でも、同じ深さまで根茎腐敗病菌が存在していた。このことは、ショウガ個体がない場合でも、ある程度の期間は根茎腐敗病菌がとどまっていることを示している。このように、根茎腐敗病菌の検出には特異的プライマーを利用したPCR法が有効であることが示された。

(7) 病害発生状況と圃場立地条件および土壌条件との関係

(1)の聞き取りによる病害発生状況と現場観察による立地条件との関係を整理すると、(A)傾斜地に立地し、圃場の上側の土地・斜面と接続していない圃場では、病害発生圃場の割合が低く(13圃場中4圃場で発生)、病害が発生しても範囲が比較的狭かった。(B)傾斜地に立地し、圃場が上側の土地・斜面と接続している圃場では、病害発生圃場の割合が高かった(14圃場中11圃場)。(C)窪川地区周辺の低地に位置する圃場では、病害発生圃場の割合が高く(10圃場中8圃場)、一旦発生すると広範囲に拡大していた。

一方、(3)の土壌断面の特徴や土壌特性から、圃場は、(I)下層が礫層であり、全体が浅い圃場、(II)下層が礫層であり、一部または全体が深い圃場、(III)赤黄色土の圃場、(IV)下層に明確な赤音地層が存在する圃場と区分できた。(A)と(B)は(I)~(III)に対応し、(C)は(IV)に対応した。

(2)で述べたように6月から7月にかけて作土から病原菌が全く検出されていないことから、薬剤消毒の効果は十分な深さにまで到達し、初夏まで継続していると考えられた。しかし、このような圃場でも病害が発生していることから、土壌深く(おそらく硬盤層付近)で消毒を免れた生残菌が、(4)で観測されたように多雨時の水の上昇とともに作土に移動し、根に感染する可能性が示唆された。(I)~(III)における病害発生は、圃場への流入水量(受水面積)と断面内の透水や圃場外への排水速度のバランスが主に関係していると思われる。一方、(3)で明らかになったように、(IV)では、少雨期の土壌調査であったにもかかわらず、孔隙はほとんど水で満たされていた。多雨期には谷側の赤音地層で水が停滞し、降水の行き所がなくなることにより、浸水が継続・広範囲に拡大し、甚大な病害発生に繋がっている可能性があると考えている。これらの結果を踏まえると、病害発生の起因となる圃場の排水に係る対策として、(a)圃場外からの雨水の流入を遮断すること、(b)赤音地層が厚い場合はショウガ栽培には不適と思われること、(c)赤音地層が薄い場合は休耕中に低濃度エタノールによる還元消毒、表土と赤音地層の十分な混合、短軸方向への排水を試みること、(c)黒音地層のみの場合や普通の土壌の場合は薬剤による消毒、硬盤層の破碎、短軸方向への排水を試みるものが挙げられた。

また、ショウガ圃場では排水性向上のために重機に刃先を付けて硬盤層の破碎がスポット状に行われているが、今のところ、天地返しのような大掛かりな土壌改良は行われていない。しかし、硬盤層破碎の強度を増やしたり、天地返しなどが行われれば、山側から谷側に向けて赤音地の混合程度の異なるグラディエントが生じることになり、圃場内の土壌特性が影響を受け、ショウガ生育にも影響が出る可能性があると考えられる。

以上の成果について、四万十町において年度毎に成果報告会を開催し、四万十町やJAの関係者や生産者に報告した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 高木崇一郎、武田正人、横山光一、田井翼、森塚直樹、田中壮太
2. 発表標題 高知県四万十町に分布する赤音地土壌の特性
3. 学会等名 日本ペドロロジー学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高梨祐汰、田中壮太、武田茂行、森塚直樹
2. 発表標題 土壌の乾燥がショウガの生育および収量に及ぼす影響
3. 学会等名 日本ペドロロジー学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中壮太
2. 発表標題 高知県四万十町の水田転換ショウガ畑土壌の山側と谷側の違い
3. 学会等名 日本ペドロロジー学会2023年度大会第62回公開シンポジウム
4. 発表年 2023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	森塚 直樹 (Naoki Naoki) (10554975)	高知大学・教育研究部総合科学系生命環境医学部門・准教授 (16401)	

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	大西 浩平 (Kouhei Ohnishi) (50211800)	高知大学・教育研究部総合科学系生命環境医学部門・教授 (16401)	

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