

博士学位論文

論文内容の要旨
及 び
論文審査結果の要旨

令和 7 年 9 月 授与

宮 崎 大 学 大 学 院
農 学 工 学 総 合 研 究 科

学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第8条の規定に基づき、令和7年9月に博士の学位を授与した論文内容の要旨及び論文審査結果の要旨を公表する。

学 位 (博 士) 授 与 報 告 書 (甲)

報告番号	博士の専攻 分野の名称	博士の学位を授与された者		研究科（専攻）名	博士論文名	主指導教員
		(ふりがな) 氏名	本籍			
農工総博甲第265号	博士（農学）	(にたわき よしかず) 仁田脇 義和	宮崎県	農学工学総合研究科 (資源環境科学専攻)	塩ストレス環境におけるダイズの生育と根粒菌優占化メカニズムに関する研究	佐伯 雄一
農工総博甲第266号	博士（工学）	(ごとう としひろ) 後藤 俊宏	埼玉県	農学工学総合研究科 (資源環境科学専攻)	半乾燥地における適切な水資源管理に資する基準蒸発散量算定の精度特性と乾燥補正の手法検討	多炭 雅博
農工総博甲第267号	博士（工学）	(こすがまげ ぶらびいん) KOSGAMAGE PRAVEEN (むわんつた ぐらつたな) NUWANTHA GUNARATNE	スリランカ民主社会主義共和国	農学工学総合研究科 (物質・情報工学専攻)	Development of an EMG-Based Control System for Flexible Active Ankle Joint Orthosis Devices (柔軟型能動足関節装具のための筋電図(EMG)を用いた制御システムの開発)	田村 宏樹
農工総博甲第268号	博士（工学）	(にしむら えみ) 西村 恵美	宮崎県	農学工学総合研究科 (資源環境科学専攻)	河川源流域における薬剤耐性菌の分布と供給源の追跡に関する研究	鈴木 祥広

氏名 仁田脇 義和
本籍 宮崎県
学位記番号 農工総博甲第265号
学位の種類 博士(農学)
学位授与年月日 令和7年9月10日
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当 (昭和28年文部省令第9号)
研究科 農学工学総合研究科
専攻 資源環境科学専攻
教育コース 持続生産科学教育コース
学位論文題目 塩ストレス環境におけるダイズの生育と根粒菌優占化メカニズムに関する研究

学位論文審査委員
主査 教授 佐伯 雄一
副査 准教授 山本 昭洋
副査 教授 吉田 直人
副査 准教授 大榮 薫
副査 准教授 橋口 正嗣

主指導教員 教授 佐伯 雄一

別紙様式3

学位論文の要旨

フリガナ 氏名	ニタキ ヨシカズ 仁田脇 義和
専攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 資源環境科学専攻 (西暦) 2015 年度(4 月)入学
学位論文 題目	塩ストレス環境におけるダイズの生育と根粒菌優占化メカニズム に関する研究
【論文の要旨】 (和文の場合 1,200 字程度、英文の場合 800 語程度)	
<p>ダイズは、食糧、飼料、燃料等に用いられているマメ科栽培作物である。世界的需要の増大によって栽培面積が拡大しており、塩類化土壌における栽培も行われているが、塩ストレス環境下での生産性は低い。ダイズと根粒菌の共生窒素固定は生産性の要因であるが、塩ストレス環境下での低生産性と根粒菌生態の関連性は不明である。本研究では、塩類化土壌におけるダイズ生産性の向上を目的として、宿主ダイズの生育と根粒菌群集構造への塩の影響に関する研究を行った。</p> <p>第 1 章では、まず、日本や世界におけるダイズ栽培情勢、塩類化土壌における問題点および根粒菌研究の現状を説明した。次に、ダイズと根粒菌の共生系への塩ストレスの影響を解明するために、塩処理下でダイズ根粒菌株の共生能を比較し、塩類化土壌において <i>Sinorhizobium fredii</i> が優占化する生態学的メカニズムの解明を目的とすることを解説した。</p> <p>第 2 章では、異なる NaCl 濃度条件下で根粒菌を単独または混合接種し、根粒菌による根粒発達とダイズ地上部の生育、窒素(N)含量等との関係、そして混合接種での根粒菌の根粒占有率の関係から、共生効率とダイズの耐塩性を評価した。その結果、0~50mM NaCl 処理下では、根粒菌種により異なるが、根粒菌の感染と共生窒素固定による N 供給力は宿主ダイズの耐塩性を強化することが示唆された。塩ストレス下での窒素固定能は根粒菌株で異なり、その共生効率は <i>Bradyrhizobium</i> 属で高く、<i>Sinorhizobium</i> 属で低く、特に USDA191 株では窒素固定が認められない一方、塩処理下で高い根粒占有率を示した。</p> <p>第 3 章では、根粒形成の初期段階での塩の影響を時系列で調べ、根粒の成熟や未熟、主根や側根の着生位置に着目して比較した。また、Nod ファクターの生成に関与する <i>nodC</i> 遺伝子発現を指標として、根粒菌のシグナル伝達機構に与える塩の影響を解析した。その結果、<i>S. fredii</i> USDA191 株は、他の根粒菌株に比較し根粒形成がより早く、特にゲニステイン処理下で <i>nodC</i> 遺伝子発現が高く維持され、塩類集積土壌の塩環境に適応した共生戦略をとった優占化することが明らかとなった。</p> <p>第 4 章では、本研究で得られた結果から、ダイズの生育と根粒菌群集構造への塩の影響について、総合的に考察を行い、<i>S. fredii</i> の優占化は、宿主ダイズのイソフラボン渗出特性と根粒菌の根粒形成遺伝子発現の親和性による根粒占有率の増加が原因と結論した。さらに、<i>S. fredii</i> の共生効率の低さに触れ、耐塩性に優れた <i>Bradyrhizobium</i> 属根粒菌における共生系確立の重要性を論じた。</p>	

- (注1) 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。
- (注2) フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。
- (注3) 学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
- (注4) 和文又は英文とする。

(西暦) 2025年 7月 29日

論文審査結果の要旨

専攻 入学年度	資源環境科学 専攻 (西暦) 2015年度(4月)入学		氏名	仁田脇 義和
論文題目	塩ストレス環境におけるダイズの生育と根粒菌優占化メカニズムに関する研究			
審査委員 職名及び氏名	主査	教授 佐伯雄一		
	副査	准教授 山本昭洋		
	副査	教授 吉田直人		
	副査	准教授 大榮 薫		
	副査	准教授 橋口正嗣		
審査結果の要旨(800字以内)				
<p>本研究では、塩類化土壤におけるダイズ生産性の向上を目的として、宿主ダイズの生育と感染根粒菌群集構造への塩の影響に関する研究を行った。</p> <p>第1章では、ダイズ・根粒菌共生系への塩の影響を解明するため、塩処理下で根粒菌株の共生能を比較し、塩類化土壤において <i>Sinorhizobium fredii</i> が優占化する生態学的機構の解明を目的とすることを解説した。第2章では、異なる塩濃度条件下で各種根粒菌を接種し、根粒発達と宿主地上部の生育、窒素含量等との関係、混合接種における菌の根粒占有率の関係から、共生効率とダイズの耐塩性を評価した。その結果、共生による固定窒素供給はダイズの耐塩性を強化することが示唆された。また、窒素固定能を表す共生効率は <i>Bradyrhizobium</i> 属で高く、<i>Sinorhizobium</i> 属で低いこと、また、<i>Sinorhizobium</i> 属の低共生効率株が高い根粒占有率を示すことを明らかにした。このメカニズムを解明するため、第3章では、根粒形成初期段階での塩の影響を解析した。その結果、ダイズから分泌されるイソフラボンのうち、ゲニステインは分泌に影響を受けず、低共生効率株はゲニステイン誘導性根粒形成遺伝子発現が高く維持され、塩類化土壤環境に適応した共生戦略をとって優占化することを明らかにした。第4章では、ダイズ生育と根粒菌群集構造への塩の影響に関して総合的に考察を行い、<i>S. fredii</i> の優占化は、宿主イソフラボンの滲出特性と根粒菌の根粒形成遺伝子発現の親和性による高い根粒占有率が原因と結論した。さらに、耐塩性に優れた <i>Bradyrhizobium</i> 属根粒菌における共生系確立の重要性を論じた。</p> <p>本研究は、塩ストレス環境での根粒菌群集構造の変化とそのメカニズムを明らかにしたことによって、塩類化土壤におけるダイズ生産性の向上に資するものと期待される。</p> <p>公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。</p>				

- (注1) 論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
- (注2) 最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。
- (注3) 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏名 後藤 俊宏

本籍 埼玉県

学位記番号 農工総博甲第266号

学位の種類 博士(工学)

学位授与年月日 令和7年9月10日

学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当 (昭和28年文部省令第9号)

研究科 農学工学総合研究科

専攻 資源環境科学専攻

教育コース 環境共生科学教育コース

学位論文題目 半乾燥地における適切な水資源管理に資する基準蒸発散量算定の精度特性と乾燥補正の手法検討

学位論文審査委員

主査	教授	多炭 雅博
副査	准教授	竹下 伸一
副査	准教授	篠原 慶規
副査	教授	村上 啓介
副査	准教授	櫻井 倫

主指導教員 教授 多炭 雅博

学位論文の要旨

フリガナ 氏 名	ゴトウ トシヒロ 後藤 俊宏
専 攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 資源環境科学専攻 (西暦) 2020 年度 (4 月) 入学
学位論文 題 目	半乾燥地における適切な水資源管理に資する基準蒸発散量算定の精度特性と 乾燥補正の手法検討

【論文の要旨】（和文の場合 1,200 字程度、英文の場合 800 語程度）

半乾燥地に位置する発展途上国においては、水利用の 8 割程度を灌漑農業に利用している場合が多く、一方で生活用水等その他の水需給の状況が逼迫している場合がある。そのような国々の健全な発展と水資源の持続可能性確保のためには適切な水資源の管理が重要であり、地域の水需給バランスを適切に見積もることは経済発展の第一歩と言える。農業用水計画及び灌漑計画においては、基準蒸発散量に作物固有の係数を掛けることで作物水需要量が決定される。また作物水需要量に土壤など圃場特性・地域特性を加味して灌漑要水量が決定される。基準蒸発散量の算定精度の向上は、より精緻な水利用計画を可能とする。

基準蒸発散量は気象データから算定されるパラメーターであるが、乾燥～半乾燥地域においては場合により気象データに「乾燥補正」と呼ばれる補正を施したうえでデータ利用する必要がある。しかし乾燥補正については現状で知見が乏しく、研究・実務両面でほとんどの場合、未補正のまま基準蒸発散量が算定されている。そこで本研究では、半乾燥地域における基準蒸発散量の算定精度の理解と向上を目的に、半乾燥地域であるイランのオルミエ湖流域を研究対象地に設定し、乾燥補正の特性および必要性を検討した。まずは対象流域内の主要気象観測所 5 カ所で観測された気象データを使用し、感度分析を通して現地で適用可能な乾燥補正式を提案した。この補正式を使って乾燥補正を施した結果、乾燥補正の強度が強い気象観測所と弱い気象観測所が存在した。また乾燥補正の強度は気象観測所周囲の土地利用、中でも灌漑農地の有無や分布に大きく影響を受けていることが示唆された。

人工衛星によって観測した植生指数に基づき気象観測所周辺の植生密度を把握し、植生密度と乾燥補正の大きさとの関係を解析したところ、乾燥している夏季において、植生密度が乾燥補正の大きさに大きな影響を与えることが明らかになった。周囲で灌漑農業が行われていない気象観測所の気象データには大きな補正が必要だったのに対し、周囲で灌漑農業が盛んに行われている気象観測所の気象データは乾燥補正の必要がほとんどなかった。観測所で観測された気温と水蒸気圧は、夏季において観測所周辺の植生密度と強く相関しており、これは灌漑農業によって大気中の水分が供給され、乾燥が緩和されて気温が下がったためと考えられる。

本研究では気象観測所周囲の農業環境と気象データに施すべき乾燥補正の強度の関係を解明することができた。この成果は、人工衛星で観測される植生指数が、個々の気象観測所で乾燥補正の必要性を評価するための指標となりうることを示唆している。今後更なる研究が必要ではあるが、本研究成果は、水資源の逼迫する半乾燥地において、適切な乾燥補正を通じた基準蒸発散量の算定

精度向上、ひいてはより緻密な水資源計画の策定に大きく寄与するものと考える。

- (注1) 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。
- (注2) フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。
- (注3) 学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
- (注4) 和文又は英文とする。

2025年7月28日

論文審査結果の要旨

専攻 入学年度	資源環境科学 2020年度(4月)入学	専攻 氏名	後藤 俊宏
論文題目	半乾燥地における適切な水資源管理に資する基準蒸発散量算定の精度特性と乾燥補正の手法検討		
審査委員 職名及び氏名	主査 副査 副査 副査 副査	教授 多炭 雅博 准教授 竹下 伸一 准教授 篠原 慶規 教授 村上 啓介 准教授 櫻井 倫	
審査結果の要旨(800字以内)			
<p>半乾燥地では水資源の主要部分を灌漑農業に配分している場合も多く、農業用水の需給見積りが特に重要となる。本研究で着目した基準蒸発散量は、灌漑用水需要を求める基礎となるパラメーターで、乾燥～半乾燥地域においては算定の際に気象データに「乾燥補正」と呼ばれる特別な補正を施す必要がある。しかしこの乾燥補正是情報が少なく、研究・実務両面でほとんどの場合、未補正のまま基準蒸発散量が算定されているのが現状である。本研究は半乾燥地域における基準蒸発散量の算定精度向上を目的に、半乾燥地域に位置するイランのオルミエ湖流域を研究対象地に設定し、乾燥補正の手法提案、特性理解、および必要性の検討を行った。</p> <p>本研究では、まずは対象流域内の主要気象観測所で観測された気象データを使用し、感度分析を通して簡便な乾燥補正式を提案した。また乾燥補正を行わなかった場合、気象データによっては年積算値で15%以上、灌漑需要の大きい夏期に限れば20%程度も基準蒸発散量を過大に見積もることを明らかにした。乾燥補正の強度は気象観測所周囲の植生状況に大きく影響を受けており、人工衛星観測の植生指数を使って解析した結果、周囲で灌漑農業が行われていない気象観測所の気象データには大きな補正が必要だったのに対し、周囲で灌漑農業が盛んに行われている気象観測所の気象データは乾燥補正の必要がほとんどなかった。</p> <p>この一連の研究を通して、これまで必要性を認識されながらも情報不足のため実務上適用されてこなかった基準蒸発散量算定の際の乾燥補正について、乾燥補正手法の提案および新規性のある補正効果と特性情報を総合的に提示しており、本研究は乾燥～半乾燥地域における農業水資源計画の向上に資する価値あるものだと認められる。公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。</p>			

(注1) 論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。

(注2) 最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。

(注3) 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏名	コスガマゲ プラビン ムワントタ グラッタナ KOSGAMAGE PRAVEEN NUWANTHA GUNARATNE
本籍	スリランカ民主社会主義共和国
学位記番号	農工総博甲第267号
学位の種類	博士(工学)
学位授与年月日	令和7年9月10日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 (昭和28年文部省令第9号)
研究科	農学工学総合研究科
専攻	物質・情報工学専攻
教育コース	数理情報工学教育コース
学位論文題目	Development of an EMG-Based Control System for Flexible Active Ankle Joint Orthosis Devices (柔軟型能動足関節装具のための筋電図(EMG)を用いた 制御システムの開発)
学位論文審査委員	主査 教授 田村 宏樹 副査 教授 穂高 一条 副査 准教授 横道 政裕 副査 准教授 高橋 俊浩 副査 教授 淡野 公一
主指導教員	教授 田村 宏樹

学位論文の要旨

フリガナ 氏名	コスガマゲ プラビイン ムワンツタ グラツタナ KOSGAMAGE PRAVEEN NUWANTHA GUNARATNE
専攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 物質・情報工学専攻 (西暦) 2022 年度 (04 月) 入学
学位論文 題目	Development of an EMG-Based Control System for Flexible Active Ankle Joint Orthosis Devices (柔軟型能動足関節装具のための筋電図 (EMG) を用いた制御システムの開発)
【論文の要旨】 (和文の場合 1,200 字程度、英文の場合 800 語程度)	
<p>This dissertation presents the development and evaluation of a surface electromyography (EMG)-driven control system for a flexible active ankle joint orthosis. In response to the increasing prevalence of age-related mobility impairments and neuromuscular disorders, the study aims to advance assistive technologies that support more natural and adaptive locomotion. While many existing orthotic systems provide passive assistance and limited motion control, the proposed system offers dynamic support across multiple anatomical planes.</p>	
<p><u>Chapter 1: Introduction</u></p> <p>This chapter outlines the background and motivation for the study, emphasizing demographic shifts and clinical challenges associated with lower-limb mobility. The biomechanical complexity of the ankle joint is examined, highlighting the need for orthotic solutions capable of supporting multiplanar motion. The central hypothesis is introduced: that EMG signals can be effectively harnessed to enable real-time, intention-driven control of ankle joint orthosis systems, thereby improving gait efficiency and user adaptability.</p>	
<p><u>Chapter 2: Literature Review</u></p> <p>A comprehensive review of related research is presented, focusing on mechanical architecture, actuation mechanisms, and control strategies for active orthoses. Particular emphasis is placed on EMG-based and adaptive control methodologies, as well as the challenges posed by signal variability, anatomical alignment, and user-specific dynamics. The chapter identifies gaps in existing solutions and justifies the need for a flexible, user-centered orthotic framework.</p>	
<p><u>Chapter 3: Mechanical Design and Development of the Flexible Active Ankle Joint Orthosis</u></p> <p>This chapter details the engineering design and fabrication of the proposed orthosis. Based on anthropometric data, a CAD-modeled structure was developed to replicate human ankle biomechanics. The orthosis incorporates independently actuated modules that allow for sagittal and frontal plane movements. The structural design prioritizes ergonomic compatibility, mechanical compliance, and ease of integration with wearable sensor systems.</p>	

Chapter 4: Sensor-Integrated Biomechanical Evaluation of Ankle Joint Movements

This chapter describes the experimental setup and data acquisition methodology used to analyze ankle joint biomechanics during gait. Wireless EMG sensors and force-sensitive resistors (FSRs) were used to simultaneously record muscle activation patterns and plantar pressure distributions from healthy subjects. The collected data provided insights into the temporal coordination of muscular activity and joint kinematics, forming the basis for developing a predictive control model.

Chapter 5: Development and Implementation of an EMG-FSR Based Predictive Control Model

A gated recurrent unit (GRU)-based deep learning model was developed to estimate plantar pressure distributions from EMG and FSR inputs. Root mean square (RMS) features were extracted from preprocessed EMG signals, and the model was trained to predict key gait events such as heel strike, mid-stance, and toe-off. The model demonstrated robust performance across subjects and successfully accounted for individual variability in electromechanical delays. This predictive framework enables real-time, phase-specific actuation for active ankle orthoses.

Chapter 6: Comparative Evaluation and Discussion

The final chapter integrates findings across experimental and computational stages. It evaluates the practical implications of combining neuromuscular signals with mechanical actuation and highlights the strengths and limitations of the proposed system. Limitations include sensor placement variability, real-time processing demands, and hardware portability. Future research directions are proposed, including adaptive signal alignment techniques, miniaturization of actuator units, and clinical validation with target user populations.

Chapter 7: Conclusions and Future Work

This study proposes a novel, EMG-driven control approach for active ankle orthosis systems, advancing the field of wearable robotics for rehabilitation and mobility support. The integration of biomechanical analysis, flexible hardware design, and data-driven predictive modeling offers a promising foundation for user-specific, intention-adaptive assistance. The results support the feasibility of implementing intelligent, real-time control in multi-DOF orthotic devices aimed at restoring functional gait in individuals with lower-limb impairments.

(注1) 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

(注2) フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。

(注3) 学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。

(注4) 和文又は英文とする。

(西暦) 2025年 7月 23日

論文審査結果の要旨

専攻 入学年度	物質・情報工学 (西暦) 2022年度(4月)	専攻 入学	氏名 KOSGAMAGE PRAVEEN NUWANTHA GUNARATNE
論文題目	Development of an EMG-Based Control System for Flexible Active Ankle Joint Orthosis Devices (柔軟型能動足関節装具のための筋電図(EMG)を用いた制御システムの開発)		
審査委員 職名及び氏名	主査	職名 教授 氏名 田村 宏樹	
	副査	職名 教授 氏名 穂高 一条	
	副査	職名 准教授 氏名 横道 政裕	
	副査	職名 准教授 氏名 高橋 俊浩	
	副査	職名 教授 氏名 淡野 公一	
審査結果の要旨(800字以内)			
<p>本論文は、歩行支援を目的とした柔軟型能動足関節装具のための、筋電図(electromyography:EMG)に基づく制御システムの開発と検証を行ったものである。従来の装具は単一平面(主に矢状面)の動作支援に限られ、使用者の意図や歩行環境の変化に適応できないという課題があった。本論文では、矢状面上の底屈、背屈だけでなく、前額面、水平面を考慮した内反、外反の動作に対応する多自由度装具を設計し、使用者の筋活動に応じた制御を実現することを目的として開発を行っている。</p> <p>開発した装具は、解剖学的軸に基づいて設計されており、足の4つの主要筋に配置したEMGセンサと、足底圧を測定する力感知抵抗(Force Sensitive Resistor)センサを用いて構成されている。取得したEMGは、バンドパスフィルタなどの前処理を経て、GRU(Gated Recurrent Unit)ニューラルネットワークにより足底圧を予測するのに用いている。本論文では、4名の被験者の歩行データをもとにGRUニューラルネットワークを構築している。検証実験の結果、GRUニューラルネットワークは、EMGの特徴量のみを用いて平均絶対誤差0.083、平均二乗誤差0.017の高精度な足底圧の予測を達成している。さらに、GRUニューラルネットワークの学習対象外の被験者に対しても、同程度の誤差で足底圧を予測できることを確認している。得られるEMGから予測される足底圧の変化の情報と基本的な歩行パターンより、使用者の歩行状態にあった装具の底屈、背屈、内反、外反の動作のタイミングを知ることができる。</p> <p>本論文は、柔軟型能動足関節装具を開発し、その装具を制御するタイミングをEMGを用いてGRUニューラルネットワークから算出可能であることを示した。この成果は、使用者の意図に応じた歩行支援を可能にする新たな制御システムを提示しており、将来的には高齢者や障がい者への応用が期待される。</p> <p>公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。</p>			

(注1) 論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。

(注2) 最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。

(注3) 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏名 西村 恵美
本籍 宮崎県
学位記番号 農工総博甲第268号
学位の種類 博士(工学)
学位授与年月日 令和7年9月10日
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当 (昭和28年文部省令第9号)
研究科 農学工学総合研究科
専攻 資源環境科学専攻
教育コース 環境共生科学教育コース
学位論文題目 河川源流域における薬剤耐性菌の分布と供給源の追跡
に関する研究

学位論文審査委員
主査 教授 鈴木 祥広
副査 教授 吉田 照豊
副査 教授 入江 光輝
副査 准教授 井上 謙吾
副査 准教授 糸澤 桂

主指導教員 教授 鈴木 祥広

別紙様式3

学位論文の要旨

フリガナ 氏名	ニシムラ エミ 西村 恵美
専攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 資源環境科学専攻 (西暦) 2022年度 (10月) 入学
学位論文 題目	河川源流域における薬剤耐性菌の分布と供給源の追跡に関する研究

【論文の要旨】 (和文の場合 1,200 字程度、英文の場合 800 語程度)

薬剤耐性菌の蔓延は公衆衛生上の重大な課題である。薬剤耐性菌を広範囲に輸送・拡散する河川の情報は重要であり、都市近郊を中心に調査・研究が進んでいる。ところが、人為的影響を受けない自然河川の情報は極めて少ない。自然河川における薬剤耐性菌の分布状況や拡散ルートの解明は、水環境における薬剤耐性菌の発生・拡散メカニズムを評価する上で有益な知見となることが期待される。本論文では、集水域が森林である自然河川の源流域を中心に、薬剤耐性を有する大腸菌と腸球菌の分布状況と供給源の追跡を目的とした。なお、大腸菌と腸球菌は、温血動物の腸管内に常在し、水環境におけるふん便汚染の評価に広く採用されている指標細菌である。

第1章では、薬剤耐性菌の出現と世界的動向に関する情報や知見を整理し、薬剤耐性の拡散防止対策が重要視される中で、特に情報・知見が欠落している自然河川における薬剤耐性菌の実態と研究の重要性・課題を示し、研究の目的と構成を明確にした。

第2章では、宮崎県を流下する加江田川を自然河川の対象として、薬剤耐性大腸菌の存在実態を調査した。土地利用が異なる最上流と下流から河川水を採水し、単離・同定した大腸菌について薬剤感受性試験を実施した。薬剤耐性大腸菌の検出率は、最上流で 18.8% (18/96 株)、下流で 22.5% (20/89 株) であり、森林の奥深くに位置する最上流において薬剤耐性大腸菌の拡散実態が明らかとなった。また、Pulsed-field gel electrophoresis (PFGE) 法によって大腸菌の遺伝子型を取得・解析した結果、最上流と下流で検出された同一の大腸菌クローニングにおいて、薬剤耐性プロファイルの差異が認められた。流下過程で抗菌薬に対する耐性が変化する可能性が示唆された。

第3章では、加江田川最上流から薬剤耐性大腸菌が検出された事実を踏まえ、源流域に焦点を当て、薬剤耐性を有する大腸菌と腸球菌のモニタリング調査を実施した。また、河川源流域の水辺を利用する野生動物のふん便からも大腸菌と腸球菌を単離し、河川と野生動物のふん便の単離株についてゲノム解析と遺伝子型の類似性から河川に存在する薬剤耐性菌の供給源を追跡した。河川水と河床堆積物から薬剤耐性大腸菌が 2.9%~17%、薬剤耐性腸球菌が 1.7%~9.6% 検出された。検出率は低いが、年間を通じて薬剤耐性菌が存在していることが確認された。また、河川水から臨床分野で重要視される ESBL 産生大腸菌が 0.4% (1/252 株)、河床堆積物から多剤耐性大腸菌が 0.6% (1/175 株) 検出された。これらの菌株をゲノム解析したところ、野生動物由来の大腸菌株であることが示唆された。また、河川水と鳥類のふん便から同一の腸球菌クローニングが確認された。このことから、鳥類のふん便が河川水中のふん便細菌の供給源である可能性が高いと考えられた。

第4章では、得られた情報と知見を総括し、自然環境における薬剤耐性菌の研究に対して今後の

課題と対策を提案した。

本論文の成果は、原始的な自然環境における薬剤耐性の拡散ルートの解明に資するとともに、薬剤耐性菌の拡散防止対策の構築と強化を講じるうえで貴重な基礎的情報と知見になる。

(注1) 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

(注2) フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。

(注3) 学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。

(注4) 和文又は英文とする。

(西暦) 2025年 7月 17日

論文審査結果の要旨

専攻 入学年度	資源環境科学専攻 (西暦) 2022年度(10月)入学		氏名	西村 恵美
論文題目	河川源流域における薬剤耐性菌の分布と供給源の追跡に関する研究			
審査委員 職名及び氏名	主査	教授 鈴木 祥広		
審査結果の要旨(800字以内)				
<p>薬剤耐性菌の蔓延防止は、国際社会における重要な課題である。薬剤耐性菌を広範囲に輸送・拡散する河川の情報は重要であり、都市近郊を中心に調査・研究が進んでいる。しかし、人為的影響を受けない自然河川の情報は極めて少ない。自然河川における薬剤耐性菌の分布状況や拡散ルートの解明は、水環境における薬剤耐性菌の発生・拡散メカニズムを評価するうえで重要である。本論文では、集水域が森林である自然河川の源流域を中心に、薬剤耐性を有する大腸菌と腸球菌の分布状況と供給源の追跡を検討している。宮崎県の加江田川を自然河川の対象として、薬剤耐性大腸菌の存在実態を調査した結果、その検出率は、最上流で18.8% (18/96株)、下流で22.5% (20/89株) であった。森林の奥深くに位置する最上流において、薬剤耐性大腸菌の拡散実態を明らかにした。また、パルスフィール・ゲル電気泳動法による遺伝子型解析によって、最上流と下流から大腸菌の同一クローン株が検出されたが、薬剤耐性プロファイルに差異があったことから、流下過程で薬剤耐性が変化した可能性を示唆した。さらに、加江田川の源流域に焦点を当てた定点モニタリングを実施し、薬剤耐性大腸菌(検出率2.9%~17%)と薬剤耐性腸球菌(1.7%~9.6%)が年間を通じて検出されることを報告している。単離株からは、臨床分野で重要なextended-spectrum β-lactamase (ESBL) 産生大腸菌が検出され、ゲノム解析によって、ESBL産生株の系統群は野生動物由来の大腸菌に多く認められるB1群に分類されることを見いたした。加えて、源流における大腸菌と腸球菌の供給源を追跡し、水辺を利用する鳥類のふん便が供給源の一つであることを明らかにしている。本論文の成果は、自然河川における薬剤耐性の拡散ルートの解明に資するとともに、薬剤耐性菌の拡散防止対策を講じるうえで貴重な基礎的情報と知見である。</p> <p>公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。</p>				

(注1) 論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。

(注2) 最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。

(注3) 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。