

# 博士學位論文

論文内容の要旨  
及び  
論文審査結果の要旨

平成27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、平成26年3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。

学位記番号	学位の種類	(ふりがな)	本籍 (国籍)	専攻・教育コース	授与 年月日	博士論文名	主指導教員
		氏名					
農工総博甲第97号	博士 (農学)	シユエ ジャア 薛 佳	中国	宮崎大学大学院 農学工学総合研究科 (資源環境科学専攻)	H27.9.24	素材生産業の社会的責任に関する研究	藤掛 一郎
農工総博甲第98号	博士 (農学)	リ イゼン 李 怡然	中国	宮崎大学大学院 農学工学総合研究科 (資源環境科学専攻)	H27.9.24	Studies on the relationship between self-incompatibility and polyamines in <i>Citrus</i> (カンキツの自家不和合性とポリアミンとの関係)	國武 久登
農工総博甲第99号	博士 (工学)	アイハラ タケト 相原 健人	福岡県	宮崎大学大学院 農学工学総合研究科 (物質・情報工学専攻)	H27.9.24	量子井戸太陽電池における光励起キャリアの緩和過程の研究	福山 敦彦

氏名	薛佳
本籍	中国
学位記番号	農工総博甲第97号
学位の種類	博士(農学)
学位授与年月日	平成27年9月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
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	素材生産業の社会的責任に関する研究
学位論文審査委員	主査 教授 藤掛一郎 副査 教授 伊藤 哲 副査 教授 山本直之 副査 教授 出口近士 副査 准教授 光田 靖
主指導教官	教授 藤掛一郎

## 学位論文の要旨

フリガナ 氏名	シュエ ジャア 薛 佳
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 平成 21 年度 ( 4 月 ) 入学
学位論文 題目	素材生産業の社会的責任に関する研究
<p><b>【論文の要旨】</b></p> <p>素材生産業については従来、生産主体としての機能が重視され、林業構造における位置付けや労働組織に関する実態分析が進められてきた。しかし、今日ではそれに加えて、素材生産業の社会性や社会的責任に対する関心が高まっている。なぜならば、戦後造林資源の主伐再造林期を迎え、素材生産業には生産の担い手としての期待がかかる中、近年機械化が進んだことで生産現場における環境配慮の重要性が増すとともに、林業担い手問題の中で事業体が森林所有者をいかにサポートしうかが課題となっているためである。</p> <p>本論文は素材生産業の社会的責任について、第一に、社会的責任が事業体の日常の事業活動においていかに果たされているかを探るため、私有林の立木売買の実態を把握し、所有者との関係において事業体がいかに自らの事業実行がもたらす社会的影響に責任を持って事業を行っているのかを分析した。第二に、事業体が社会的責任に業界活動としていかに取り組むことができるのかを探るため、先進事例として環境配慮の視点からガイドラインを策定し普及に取り組んだ事業体グループの活動を取り上げ、業界活動の意義と課題について分析した。</p> <p>前者の分析からは、①事業体が契約前に林地の境界・権利確認において主導的な役割を果たしたり、契約後に周辺住民との意思疎通を行ったりすることで、自らの事業活動が所有者や地域住民の利益を損なわないように配慮している面があることを明らかにし、②事業体と所有者の立木売買は多くの場合既存の人的つながりによって始まっており、そこで事業体の信用が重要であることが事業体が社会的責任を履行しようとする動機となると考えられる。</p> <p>後者の分析からは、①業界の有志による自主的な取組みが賛意を得て業界内外の合意形成を促進し、事業活動の目安となるガイドライン策定を実現するなど業界という枠組を活用するメリットがあったことを明らかにする一方、②当面の利益につながらない環境配慮の実践を事業体に浸透させていくことの難しさなどの課題を明らかにし、また、③同グループがガイドラインに基づく認証制度を構築したことを環境配慮の実践と事業体の利益を融合させる可能性のある方策として評価した。さらに、この種の認証制度の構築をめぐる先駆して取り組んだアメリカ・メイン州を取り上げ、アメリカ社会における環境保全への関心の高まりの中で木材の大口需要者が認証材の積極使用を表明したことが制度確立の大きな役割を果たしたことを見出した。日本と比べ、林地における環境配慮への社会的関心が高く、それが結果として事業体に社会的責任を果たそうとするインセンティブを与えたと考えられ、社会情勢の違いが素材生産業が果たすべき社会的責任のあり方に影響を与えている様相を明らかにした。</p> <p>以上のように、本研究は今日関心の高まっている素材生産業の社会性や社会的責任について、我が国森林・林業を取り巻く情勢のもと実証的に明らかにし、その意味での産業としての成熟を捉えたものである。</p>	

平成27年 7月 15日

## 論文審査結果の要旨

専攻 入学年度	資源環境科学 専攻 平成21年度 (4月) 入学	氏名	薛 佳
論文題目	素材生産業の社会的責任に関する研究		
審査委員 職名及び氏名	主査	教授 藤掛一郎	
	副査	教授 伊藤 哲	
	副査	教授 出口近士	
	副査	准教授 光田 靖	
	副査	教授 山本直之	
審査結果の要旨 (800字以内)			
<p>我が国の林業が戦後造林資源の成熟期を迎える中、本研究は、企業の社会的責任（CSR）の視点を導入し、拡大する森林伐採が環境や住民生活に与える影響が関心事となっている素材生産業の社会的責任に初めて光を当てたものである。</p> <p>論文ではまず、日本と研究対象地域である宮崎県の素材生産についての調査結果を分析し、機械化が環境配慮の必要性を高めていることなど、今日産業に問われている社会的責任について整理を行った。</p> <p>その上で、素材生産事業体と森林所有者間の立木売買165事例の聞き取り調査を実施し、その分析から、立木売買相対交渉の多くが地縁等の関係をつたい所有者側から始まっており、事業体の社会的責任履行の動機として地域における評判が重要であると考えられること、契約に関わるトラブル防止について、改善の余地はあるものの、事業体は法的責任の範囲を超えて、所有権、境界の確認を行っている場合が多いこと、を明らかにした。</p> <p>次に、伐採に伴う環境配慮について、環境に対する世論の高まりを背景に、素材生産事業体の認証制度化に取り組む業界活動を取り上げ、個別の事業体で取り組み難しい問題に業界活動を基盤として取り組むことの意義を評価した。また、先行する北米の認証制度との比較を行い、環境保護意識を含め社会情勢の違いが認証制度化の展開に影響を与えていることを論じ、我が国の社会情勢の中で、認証制度によって個別の事業体が社会的責任を果たすことが具体的利益につながる仕組みを作り得るかが課題であることを指摘した。</p> <p>本研究は以上の通り、地域社会や環境に対する世論といった社会情勢のもとで、我が国素材生産業が社会的責任に取り組む現状を明らかにし、素材生産業の社会的責任という新たな研究領域を切り開く成果を上げており、公聴会での発表内容や質疑に対する応答も適切であったことから、本審査委員会は、論文の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。

氏 名 李 怡然

本 籍 中国

学位記番号 農工総博甲第98号

学位の種類 博士(農学)

学位授与年月日 平成27年9月24日

学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当

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 Studies on the relationship between self-incompatibility and polyamines in *Citrus*  
(カンキツの自家不和合性とポリアミンとの関係)

学位論文審査委員 主査 教授 國武久登  
副査 教授 西脇亜也  
副査 准教授 本勝千歳  
副査 教授 佐伯雄一  
副査 准教授 塩盛弘一郎

主指導教官 教授 國武久登

フリガナ 氏名	リ イゼン 李 怡然
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 平成 24 年度 ( 10 月) 入学
学位論文 題目	Studies on the relationship between self-incompatibility and polyamines in <i>Citrus</i> (カンキツの自家不和合性とポリアミンとの関係)

【論文の要旨】 (和文の場合1,200字程度、英文の場合800語程度)

Self-incompatibility (SI) is a genetic mechanism that exists in flowering plants to prevent a plant from being pollinated by its own pollen and to promote cross-pollination. Gametophytic SI (GSI) has been extensively studied and classified as an S-RNase model and a compartmentalization model for their different responding processes.

Polyamines (PAs) are low-molecular-weight aliphatic polycations existing in all living organisms and participating in various cellular regulations. Three types of PAs exist in plant cells: free, perchloric-acid (PCA)-soluble and PCA-insoluble. Since PAs affect pollen tube growth, they are likely to be strictly regulated as part of the plant physiology. Loss of function or over-expression of PA synthase genes directly inhibits pollen grain germination and pollen tube elongation. Previous studies have demonstrated that PA contents differ after compatible and self-incompatible pollination in both *Malus* and *Pyrus*.

‘Banpeiyu’ [*Citrus maxima* (Burm.) Merr.] and ‘Hyuganatsu’ (*C. tamurana* Hort. ex Tan.) have strong GSI systems and been widely planted in southern part of Kyushu, Japan, as commercial fruit trees. Elucidating the mechanism of SI in *Citrus* may lead to methods for saving labor and therefore reducing production costs. In this study, using the previously established *Citrus* mature pollen culture system and stylar crude protein extract to simulate cross-compatible and self-incompatible response *in vitro*; and investigated the relationship between PAs and SI in *Citrus* pollen tubes.

To investigate the relationship between PAs and SI, the content changes of putrescine (PUT), spermidine (SPD) and spermine (SPM) in the germination of pollen tubes of ‘Banpeiyu’ and ‘Hyuganatsu’ were analyzed by HPLC, after both compatible- (C-) and SI-like treatments. SI-like treatment increased the contents of free and PCA-insoluble SPD. Exogenous SPD was also used to treat the pollen tubes, and morphological alterations were observed, such as tip inflation, abnormal tip twist and content leakage, which were consistent with that induced by SI-like treatment. Moreover, increases of PCA-soluble and -insoluble SPD contents were detected in pollen tubes after exogenous-SPD treatment.

Differential expression of proteins in pollen tubes after C- and SI-like treatments were analyzed by nano-LC/MS. Fourteen and 27 proteins were identified after C- and SI-like treatments, respectively. Candidate genes for SI responses were identified as those expressed at higher levels preliminarily screened by semi-quantitative PCR after C- and SI-like treatments, including *Cu/Zn superoxide dismutase (SOD)*, *Fe SOD*, *Mn SOD*,

genes *Cu/Zn SOD*, *Fe SOD*, *Mn SOD*, *CAT*, *CYP* and *GPP* were analyzed during C-, SI-like and exogenous SPD treatments by quantitative real-time PCR. The expression levels of *Cu/Zn SOD*, *Mn SOD*, *CAT*, and *CYP* showed increases after SI-like treatment in both ‘Banpeiyu’ and ‘Hyuganatsu’. On the other hand, exogenous SPD treatment also increased the expression levels of *Cu/Zn SOD*, *Mn SOD* and *CYP* in ‘Banpeiyu’ and *Cu/Zn SOD*, *Mn SOD*, *CAT*, and *CYP* in ‘Hyuganatsu’ and shared the variation trend with SI-like treatments, though there were a few differences from the changes induced by SI-like treatment.

Because of the increases in expression levels of stress-response-related genes, ROS level changes, cytosolic calcium concentration changes and the effect of SI-like and exogenous SPD on actin filaments in pollen tubes were analyzed. The pollen tubes with SI-like and exogenous SPD treatment showed increased ROS level and  $[Ca^{2+}]_{cyt}$  contents compared to that with C-like treatment and controls. SI-like and exogenous SPD treatments also induced polymerization of actin filaments, and ‘punctate foci’-like fragments of actin filaments were observed.

PAs generally participate in a number of processes such as physiology, stress response, reproduction and development in higher plants. The synthesis and regulation of PAs in cells have been widely reported in plants. SI is a pattern that selectively eliminates the unwanted gametophyte by genetic recognition in pistil-pollen interaction. The series of alterations that occur in incompatible pollen tubes are congruous with a kind of programmed cell death (PCD): namely, ROS burst, calcium ion influx, activation of caspase-like protease, leakage of cytochrome c, collapse of mitochondria and depolymerization of the cytoskeleton. In recent years, PAs have come to be understood as potent plant compounds for their potential roles in various cellular activities. A few researches have reported the effects of PA in the SI response. The results here suggest that PAs not only cause the same morphological alterations as the SI-like response, but also can result in an increase of expression levels of some SI-related genes. SI has been thought to be a kind of biotic stress which could trigger the stress response in pollen tubes. The cytosolic changes aroused by exogenous SPD caused the pollen tube to undergo the same changes observed in the SI-like response. This suggests that PA content changes might be a key step and important factor regulating the SI response.

- (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を記入すること。
- (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。

平成 27 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 平成 24 年度 ( 10 月 ) 入学		氏名	李 怡然
論文題目	Studies on the relationship between self-incompatibility and polyamines in <i>Citrus</i> (カンキツの自家不和合性とポリアミンとの関係)			
審査委員 職名及び氏名	主査	教授 國武久登		
	副査	教授 西脇亜也		
	副査	教授 佐伯雄一		
	副査	准教授 本勝千歳		
	副査	准教授 塩盛弘一郎		
審査結果の要旨 (800字以内)				
<p>自家不和合性とは、自己の花粉では受精せず、非自己の花粉とのみ受粉を促進するための顕花植物に存在する遺伝的メカニズムである。ポリアミンは、低分子の脂肪族ポリカチオンであり、様々な細胞生理機能に関わっており、ポリアミン合成関連遺伝子の機能の欠如や過剰発現は花粉発芽や花粉管の伸長を直接抑制することが知られている。</p> <p>本論文は、カンキツの自家不和合性とポリアミンとの関係を解明することを目的として、強い自家不和合性を有する‘晩白柚’と‘日向夏’の発芽した花粉管に和合および自家不和合様処理を行い、花粉管のポリアミン含量を分析した。また、和合および自家不和合様処理した花粉管においてnano-LC-MSで分析を行い、同定した自家不和合関連遺伝子の発現とポリアミンとの関係について考察したものである。</p> <p>まず、ポリアミンのひとつであるスペルミジンを外生処理した花粉管は、自家不和合様反応と同様の異常な形態が観察され、花粉管内のポリアミンの含量が増加したことを明らかにした。また、自家不和合関連遺伝子として同定された、<i>Cu/Zn superoxide dismutase</i>、<i>catalase</i> および <i>cysteine protease</i> の発現が自家不和合様処理により増加することを確認し、外生的なスペルミジン処理は自家不和合様処理とほぼ同様の発現傾向があることを観察している。また、同処理は花粉管の活性酸素とカルシウム含量の増加、およびアクチン繊維の脱重合を促進し、これらの一連の変化は、一種のプログラム細胞死の可能性が高いと考察している。</p> <p>以上のように、本論文は、花粉管に含まれるポリアミンが自家不和合性を制御する重要な要因であることを明らかにし、今後、カンキツの自家不和合性の機序解明に貢献できるものと思われる。</p> <p>公聴会での発表内容や質疑に対する応答も適切であり、本審査委員会は、論文の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。

氏名	相原 健人
本籍	福岡県
学位記番号	農工総博甲第99号
学位の種類	博士(工学)
学位授与年月日	平成27年9月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
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	新材料エレクトロニクス工学教育コース
学位論文題目	量子井戸太陽電池における光励起キャリアの緩和過程の研究
学位論文審査委員	主査 准教授 福山敦彦 副査 教授 碓 哲雄 副査 准教授 西岡賢祐 副査 教授 水光正仁 副査 准教授 鈴木秀俊
主指導教官	准教授 福山敦彦

## 学位論文の要旨

フリガナ氏名	アイハラ タケト 相原 健人
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 平成 24年度(4月)入学
学位論文 題目	量子井戸太陽電池における光励起キャリアの緩和過程の研究

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

超高効率な太陽電池を実現させる方法として、光吸収層に多重量子井戸構造(multiple quantum well: MQW)を挿入した量子井戸太陽電池が注目されている。この理由は MQW 挿入により吸収領域が広域化し、これに伴う短絡電流増加によって変換効率向上が期待できるからである。しかしながら、挿入された MQW が光励起キャリアの再結合中心として働き、開放端電圧を低下させる可能性がある。そのため、量子井戸太陽電池の変換効率向上には、井戸層幅や障壁層幅、バンドオフセットといった量子井戸を構成する物性値はもとより、必要な積層数といった値を最適化する必要がある。更に近年、井戸障壁層を極端に薄くし、隣接する電子あるいは正孔の波動関数を結合させてミニバンドを形成させることで、光励起キャリアが再結合することなくキャリア輸送できる超格子構造の挿入も提案されている。

そこで本論文では、量子井戸内に光励起されたキャリアの三つの緩和素過程(発光再結合、非発光再結合、熱脱出過程)をそれぞれ検出可能なフォトルミネッセンス(Photoluminescence: PL)法、圧電素子光熱分光(Piezoelectric Photo Thermal: PPT)法、表面起電力(Surface Photo Voltage: SPV)法を、量子井戸太陽電池に適用することで、量子井戸を設計するために必要な物性値の算出を行った。加えて、超格子構造で形成されるミニバンドを、PPT法とレーザー変調反射分光(Photoreflectance: PR)法を用いて高感度に検出する事も試みた。

MQW 積層数を変化させた量子井戸太陽電池材料を準備し、その PL、PPT、SPV 信号の温度変化を測定したところ、温度低下で PPT および SPV 信号強度は低下し、PL 信号強度は増加した。新たに提案した速度方程式によるフィッティング解析から、井戸からの熱脱出の活性化エネルギーは積層数によらず電界を考慮した場合のポテンシャル障壁の高さと一致することがわかった。一方、非発光再結合が生じるための活性化エネルギーは MQW 積層数とともに単調増加した。このことはより多く積層させると、MQW 層に光励起されたキャリアの発光再結合損失割合が増加することを意味している。また、超格子構造を挿入した試料の光学スペクトルには、量子井戸構造固有の階段型の信号形状とは異なったブロードなピークが検出された。PR法で見積もられたミニバンド幅を考慮したピーク分離によって、ミニバンド間遷移とそれに付随する励起子ピーク成分に明確に分離することが出来た。このようにスペクトル解析からミニバンド形成を確認できたことは初めてのことである。以上、本論文で得られた成果は、量子井戸太陽電池設計に非常に有益な知見をもたらすものである。

- (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を記入すること。  
(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。

## 論文審査結果の要旨

専攻 入学年度	物質・情報工学専攻 平成24年度(4月)入学	氏名	相原 健人
論文題目	量子井戸太陽電池における光励起キャリアの緩和過程の研究		
審査委員 職名及び氏名	主査	准教授・福山敦彦	
	副査	教授・碓 哲雄	
	副査	准教授・西岡賢祐	
	副査	教授・水光正仁	
	副査	准教授・鈴木秀俊	
審査結果の要旨(800字以内)			
<p>超高効率な太陽電池を実現させる方法として、光吸収層に多重量子井戸構造を挿入した量子井戸太陽電池が注目されている。この理由は、太陽電池光吸収層に多重量子井戸を挿入することで吸収領域が広域化し、これに伴う短絡電流増加によって変換効率向上が期待できるからである。しかしながら、量子井戸が光励起キャリアの再結合中心として働き、開放端電圧を低下させてしまう。そのため、量子井戸太陽電池の変換効率向上には、井戸層幅や障壁層幅、積層数、バンドオフセットといった量子井戸を構成する物性値を最適化する必要がある。更に近年、井戸障壁層を極端に薄くし、隣接する電子あるいは正孔の波動関数を結合させてミニバンドを形成させることで、光励起キャリアが再結合することなくキャリア輸送できる超格子構造の挿入も提案されている。</p> <p>本論文では、量子井戸内に光励起されたキャリアの三つの緩和素過程(発光再結合、非発光再結合、熱脱出過程)をそれぞれ検出可能なフォトルミネッセンス法、圧電素子光熱分光法、表面起電力法を、量子井戸太陽電池に適用することで、量子井戸からの熱脱出および非発光再結合のための活性化エネルギーを算出した。特に、非発光再結合のための活性化エネルギーが、積層数増加で単調増加することを明らかにした。また、超格子構造で形成されるミニバンドを、圧電素子光熱分光法とレーザー変調反射分光法を用いることで高感度に検出できることを示し、これによって新たな評価手法を構築した。本論文で得られた知見は、超高効率な量子井戸太陽電池を設計するために非常に有益な情報である。</p> <p>本審査委員会は、以上の論文内容ならびに平成27年3月6日に開催された公聴会での発表内容および質疑に対する応答を総合的に判断して、本論文が宮崎大学農学工学総合研究科博士論文として適切であり、最終試験に合格したものと判定した。</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。