

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	居久根が有する防風効果のLESに基づく定量的評価
Title(English)	
著者(和文)	南健斗
Author(English)	Kento Minami
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12784号, 授与年月日:2024年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:大風 翼,安田 幸一,鍵 直樹,湯浅 和博,浅輪 貴史
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12784号, Conferred date:2024/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	南 健斗	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	大風 翼	准教授	浅輪 貴史	准教授
	審査員	安田 幸一	教授		
		鍵 直樹	教授		
湯浅 和博		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「居久根が有する防風効果の LES に基づく定量的評価」と題し、以下の 6 章から構成されている。

第 1 章「序論」では、農村集落の屋敷林に関して、江戸時代以降の住居と人間の生活のなかで成立、維持されてきた背景や高度経済成長期以降の減少傾向を論じるとともに、屋敷林の持つ多様な機能のうち、現在の生活において期待されている効果の 1 つの防風効果について、現状の知見を風工学的観点から整理している。屋敷林の防風効果に着目した観測や **computational fluid dynamics (CFD)** 解析に基づく研究は、個々にはなされているものの、平均風速だけではなく瞬間風速への影響に関する知見や、屋敷林が形成する流れ場の一般的特徴に関する議論が不足していると述べている。これらを踏まえ、水田を中心とした冬期の季節風の強い農村の文化的景観を現在も有する宮城県北部の大崎耕土の屋敷林である居久根に着目し、野外観測と CFD 解析のうち瞬間風速を直接解析な **large-eddy simulation (LES)** により居久根の防風効果を予測・評価し、防風範囲の一般化や植生に関する各種パラメータの感度等の居久根の維持・管理に資する系統的な知見を得ることを、本研究の目的として述べている。

第 2 章「植生における流体力学的抵抗の再現に関する検討」では、居久根の流体力学的効果を再現するために用いる植生キャノピーモデルについて現状の技術を整理するとともに、日本建築学会「都市の風環境予測のための CFD ガイドブック」の検証用ベンチマークケースの一つである 2 次元の林帯流れを対象に感度解析を実施している。樹冠内での計算格子以下の乱流エネルギーの増加が、樹木後方の風速の平均値や乱れの確率密度分布に及ぼす影響は十分小さいことを明らかにし、都市・建築空間の風環境 LES で広く利用されている標準スマゴリンスキーモデルによる方程式群に抗力項を付加するモデルのみで居久根の流体力学的効果を十分再現可能であると結論づけている。

第 3 章「居久根周辺の観測」では、宮城県大崎市において、周辺に水田が広がっている散村形態の居久根を有する住宅 2 軒と集村形態で居久根の林帯が集落内に残っている 1 集落を対象に、歩行者高さの風速を調査する野外観測を実施してい

る。散村形態の2住宅は、冬期の卓越風向に対し、居久根が残っている住宅と高木の一部と低木が伐採された住宅を対象としている。居久根が残っている住宅での観測から、居久根後方ではその風上に比べ、歩行者高さの平均風速及び瞬間風速がともに1/3に減少することを示している。さらに、居久根が一部伐採された住宅との比較から、居久根の主に低木部分の伐採により、居久根が残っている住宅に比べ、居久根後方の平均風速が2倍程度になることを明らかにしている。また、集落での観測から、居久根の林帯が卓越風向に直交するように複数列並んでいることで、集落内の平均風速が、集落風上の概ね1/2以下となっていることを明らかにしている。。

第4章「再現解析に基づく居久根による防風効果の定量化」では、第3章で観測を実施した散村形態の2住宅及び1集落周辺の流れを対象に第2章で検討した植生キャノピーモデルを組み込んだLESを実施し、LESの予測精度の検証と居久根による風速低減領域の3次元的把握を行っている。野外観測との比較から、いずれの解析も概ね観測を再現していることを確認している。散村形態の住宅の解析から、居久根が伐採されず、高木と密な低木で構成されている場合、居久根後方の弱風域が高木高さの10倍程度まで広がっていることを示すとともに、集落の解析から居久根の林帯が連続的に配置されることで集落内において広域な弱風域が形成されていることを明らかにしている。

第5章「居久根が有する防風効果の定量的評価」では、第4章で解析対象とした居久根の形状的特徴を抽出し、簡略化したうえで、高木と低木の構成や葉のつき具合を示す葉面積密度、林帯の間隔などの各種パラメータを変化させた解析を実施し、居久根後方に形成される弱風域の特徴について議論している。現状の高木と低木の構成から高木のみ消失させた解析では、残った低木により弱風域が形成されるもののその長さが、両者が残った現状に比べ、半分程度に減少するとともに、弱風域においても乱れが増加することを示している。また、低木が消失した解析では、高木の樹冠下で風速の増加がみられ弱風域そのものが見られなくなったと述べている。居久根の林帯の間隔を変化させた解析では、間隔が居久根高さの10倍では、大部分で風速が1/2以下に低減されており防風効果があった一方で、15倍の場合は、2列目以降の居久根の林帯後方において、高木高さ程度での風速の変動が大きくなり、上空から風の侵入が見られ、結果として、防風効果が小さくなると述べている。

第6章「結論」では、研究の総括と今後の課題を述べている。

以上要するに、本論文は、水田を中心とした冬期の季節風の強い農村の文化的景観を形成する居久根について、風工学的観点からCFD解析を用いて、その防風効果を定量的に評価したものであり、風工学における植生の流体力学的効果の再現・評価手法の発展や、建築学における農村の文化的景観の保全に貢献するところが大きい。よって本論文は、博士（工学）の学位論文として十分な価値があるものと認められる。