

2022年 8月 26日

豊橋技術科学大学長 殿

建築・都市システム学専攻
学位審査委員会
委員長 浅野純一郎



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

| | | | | |
|---|--|--------------|---------------------------------|------------|
| 学位申請者 | Moliya Nurmalisa | | 学籍番号 | 第 175404 号 |
| 申請学位 | 博士 (工学) | 専攻名 | 大学院工学研究科博士後期課程 建築・都市システム学 専攻 | |
| 博士学位 論文名 | Experimental and Numerical Study on the Spatial Distribution of Airflow and CO ₂ in Photosynthetic Chamber and Greenhouse (光合成チャンバーおよび農業用ハウスにおける気流とCO ₂ の空間分布に関する実験的・数値的研究) | | | |
| 論文審査の 期間 | 2022年 7月 14日 ~ 2022年 8月 26日 | | | |
| 公開審査会 の日 | 2022年 8月 22日 | 最終試験の 実施日 | 2022年 8月 26日 | |
| 論文審査の 結果* | 合格 | 最終試験の 結果* | 合格 | |
| <p>審査委員会(学位規程第6条)</p> <p>学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。</p> <p>委員長 加藤 茂 </p> <p>委員 井上 隆信  横田 久里子 </p> <p>高山 弘太郎  印  印</p> | | | | |

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

本論文は作物生育の基礎となる光合成に必要な不可欠な要素である CO_2 に着目し、農業用ハウスで栽培されているトマトへ CO_2 施用を行った場合について、ハウス内の CO_2 の詳細な分布を実験と数値モデルにより明らかにしたものである。また、その前段階として光合成をリアルタイムで計測できるチャンバー内の詳細な気流および CO_2 分布を計測し、チャンバー内気流の不均一性を軽減するための方法も数値モデルにより明らかにしている。本論文は7つの章で構成されている。第1章では、植物成長と気流制御および CO_2 施用との関連性についての既往の知見をまとめ、本論文の目的を示している。第2章では、光合成計測チャンバーを用いた気流および CO_2 濃度の計測手法と計測結果を示し、同時に本学の農業用ハウスにおける CO_2 濃度計測の結果も示している。第3章では、気流および CO_2 分布予測に関する数値モデルについて支配方程式・境界条件を示したのち、前章で得られたデータを用いてモデルの検証を行い数値モデルの有用性を示している。第4章および第5章では、光合成計測チャンバー内の気流の不均一性の軽減を目的として、チャンバーの天井に取り付けられている排気ファンの配置の変更(第4章)、透明なアクリル板の設置(第5章)について検討し、それぞれの効果を明らかにしている。第6章では、ハウスで栽培されているトマト群落への CO_2 施用に着目し、ハウス側窓の開閉、天候の違いおよびハウス側窓から流入する気流の速度とハウス内の CO_2 濃度分布との関連性を明らかにしている。第7章は、本論文の結果と考察がまとめられている。

審査結果の要旨

二酸化炭素 (CO_2) は光、水と同様、植物の光合成に必要な不可欠な要素であり、施設園芸においては作物の品質や収穫量を安定化させるため CO_2 を人為的に与える「 CO_2 施用」が行われることが多い。 CO_2 施用による作物収量の増加は、既往研究および農業従事者の経験等により確認されているが、農業用ハウスのどの部分にどのくらいの量の CO_2 を与えればよいかは依然として現場の経験と勘に頼る部分が多く、それゆえ CO_2 施用を行った際の詳細な濃度分布は不明であることが多い。本研究は、植物による CO_2 の吸収の効果を組み込んだ数値流体力学モデルを構築し、農業用ハウスにおける CO_2 施用時の濃度分布を、ハウス側窓の開閉、天候の違いおよびハウス側窓から流入する気流速の違いとの関連から明らかにしたものである。研究はまず構築した数値モデルの検証用データの取得を目的として、光合成計測チャンバーを使用した気流および CO_2 濃度分布の計測から始まり、計測の過程でチャンバー内の気流分布の不均一性を明らかにするとともに、それを軽減するための方策の効果を数値モデルにより明らかにしている。その結果、チャンバー内気流の不均一性を軽減するためには、チャンバー天井の端部に設置されている複数の排気ファンを天井の中央部に移動すること、または、対角線上に配置することが効果的であることを明らかにしている。ただし、ファンを天井端部から移動すると日射の入射の妨げになることから、ファンの位置はそのままにし、チャンバー内上部に透明なアクリル板を入れることによる不均一性の軽減効果も併せて検討し、排気ファン直下にチャンバーの水平断面積程度のアクリル板を設置することが最も不均一性を軽減すること、次いで、水平断面の半分程度の面積のアクリル板をファン直下に設置することが効果的であることを明らかにしている。次に、 CO_2 施用を行っているハウスで計測された CO_2 濃度データを用いてモデルの再現性を確認したのち、ハウス側窓の開閉、雨天・晴天および側窓からの外気の流入の有無のそれぞれについて CO_2 濃度分布に与える影響を検討している。その結果、ハウス外部からの流入がない場合および天候の違い(雨天・晴天)は濃度分布の均一性に影響を与えないが、外部からハウスへ流入がある場合、濃度そのものは低下するが均一性はより高くなることを明らかにしている。以上の結果は施設園芸における CO_2 施用の基礎的知見を与えるものであり、これらの結果をまとめた本論文は博士(工学)の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は1ページ以上可)