

22. CFD(数値計算流体力学)による連棟数や換気窓の形態が温室の風力換気に及ぼす影響

[要約]CFDの手法により、フィルム巻き取り式の側窓を開放すると、連棟数の増加に伴って温室換気率は指数関数的に減少する。草丈の高い作物群落によって換気が抑制され、作物群落換気率は、跳ね上げ式天窓と巻き取り式の側窓を開放した場合に最も高い。

農業工学研究所・農地整備部・農業施設研究室	区 分	研究
連絡先 029-838-7655, sase@nkk.affrc.go.jp	分 類	普及

[背景・ねらい]

自然換気への注目が世界的に高まり、温室構造の改良や換気窓の大型化が検討されている。一方、多連棟・高軒高の大型温室が増加の傾向にある。しかし、大型温室で側窓を設置すべきかどうかなど、自然換気性状との関係は未解明の部分が少なくない。また、トマトのように草丈の高い作物群落は温室内の気流性状に影響を及ぼすが、従来の換気に関する研究では作物の存在が考慮されてなく、作物群落の微気象を改善するための換気窓形態の最適化も不明である。そこで、CFDの手法を用い、丸屋根型の多連棟ハウスについて、連棟数が増加したり、側窓を開放するかどうかで、風力換気にどのような影響を及ぼすか検討した。また、トマト群落の風洞実験データを解析し、抵抗係数を算定した。これをモデル化してCFDに組み込み、2連棟切妻型温室の換気窓形態の最適化を作物群落換気率(作物群落が占有する空間に対する空気交換率)の点から検討した。

[成果の内容・特徴]

1. 温室換気率(温室全空間に対する空気交換率)は、フィルムの巻き取り式による側窓の開放によって高まるが、連棟数が増加すると指数関数的に減少する(図1)。一方、側窓を開放せずに天窓のみ開放した場合、換気回数は小さいものの、連棟数が増加しても換気回数はほとんど減少しない。
2. 2連棟温室において側壁が開放された場合、作物群落がないと気流は床面付近を流れるが、作物群落があると気流が群落の抵抗によって上方に向かい、換気量は減少する(図2)。
3. 温室換気率は、跳ね上げ式天窓と巻き取り式側窓を開放した場合に最大となるが、跳ね上げ式天窓の風上のみを閉じると、作物群落換気率がむしろ高まる(図3)。これは、流入した外気が作物群落に到達せずに流出することがあるためであり、換気窓の開放の仕方や形状を最適化することにより作物群落の通風性を高めることができる。

[成果の活用面・留意点]

温室の換気設計・制御に活用できるが、屋外低風速域では温度差換気が卓越するため、温度差換気に配慮する必要がある。CFD はなんらかの検証が必要であるが、本研究で用いた CFD アルゴリズムは風洞実験や実物温室での観測のデータに基づいて検証してある。

[具体的データ]

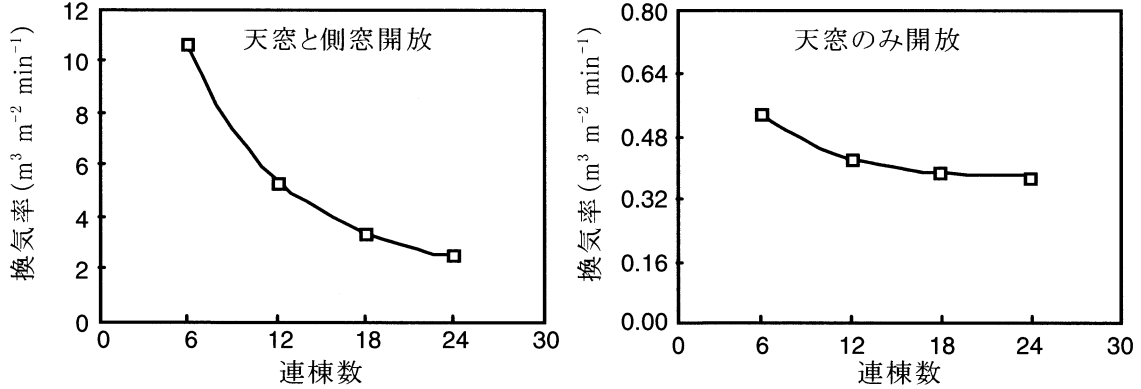


図1 連棟数が丸屋根型温室の換気率に及ぼす影響(屋外風速が 2.0m s^{-1} の場合)

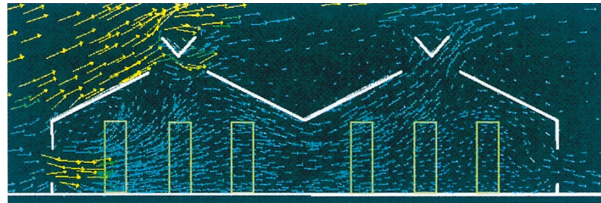


図2 作物群落(緑色の四角)がある場合の気流分布のCFD結果

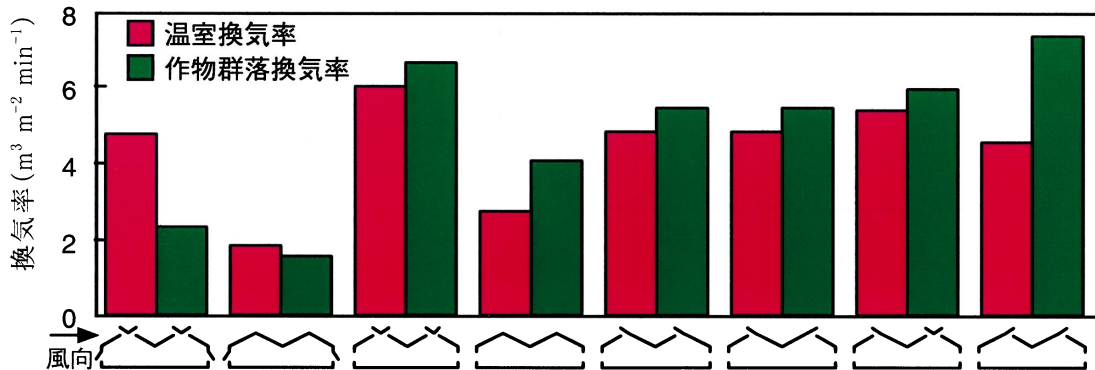


図3 換気窓の開放の仕方が温室換気率と作物群落換気率に及ぼす影響(屋外風速が 1.5m s^{-1} の場合)

[その他]

研究課題名:CFDと風洞実験による温室の自然換気性状と自然換気による作物微気象の改善効果の解明

中期計画大課題名:農業施設の補強対策技術と空気・光環境改善技術の開発

予算区分:その他(JSPS)、交付金研究

研究期間:2004～2005年度

研究担当者:Murat Kacira、佐瀬勘紀、奥島里美、石井雅久、小綿寿志、森山英樹、池口厚男

発表論文等:1) Kacira, M., Sase, S. and Okushima, L.: Effects of side vents and span numbers on wind-induced natural ventilation of a gothic multi-span greenhouse. Jpn. Agric. Res. Quart., 38(4), pp.227-233, 2004.

2) Kacira, M., Sase, S. and Okushima, L.: Optimization of vent configuration by evaluating the greenhouse and plant canopy ventilation rates under wind induced ventilation. Trans. of the ASAE, 47(6), pp.2059-2067, 2004.

3) Kacira, M., Sase, S., Okushima, L. and Ling, P.: Plant response based sensing for control strategies in sustainable greenhouse production. J. of Agric. Meteorol., 61(1), pp.15-22, 2005.