

農薬散布用マルチローターの改良・設計に関する検討結果

一般社団法人 農林水産航空協会
国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

(一社)農林水産航空協会及び国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構は、平成28年度農林水産業におけるロボット技術安全性確保策検討事業(農林水産省補助金事業)を実施しました。

この事業では、機体・農薬散布装置の構造が異なるマルチローター式小型無人機(以下、「マルチローター」という。)を用いて農薬等の落下分散状況を調査する実地試験を実施し、マルチローターの運行基準の検証・改善を行うとともに、数値シミュレーションモデルを作成し、マルチローターの作り出す気流だけでなく、これによる農薬散布液の落下分散の状況を精密に把握しました。

この実地試験と数値シミュレーションの結果を比較すると、散布液の落下分散が集中する範囲や集中する場所などに関しては、合理的な一致が確認され、数値シミュレーションモデルの信頼性が検証されました。また、現在の運行基準は適正であることも確認されました。

更に、ノズルの位置、飛行速度、風速を変えた数値シミュレーション結果から、農薬散布用マルチローターの改良・設計に関する検討を行いました。

農薬散布用マルチローターの改良・設計に関する検討結果の概要は以下のとおりです。

(注:この検討結果は(一社)農林水産航空協会及び国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構の見解であり、農林水産省の見解ではありません。)

【提言1】

速度が速いケースや、横風があるケースなど、農薬散布ノズルの位置がロータからの後流の範囲内からずれてしまう条件では、散布した粒子が空中に漂い、望ましい農薬散布結果が得られないことが分かった。従って、機体のロータのレイアウトに応じて散布する速度範囲を考慮し、農薬散布ノズルがロータ後流内に確実に入るようにノズルの位置を慎重に検討する必要がある。

【解説】

マルチロータ機では、個々のプロペラから吹き降ろしと呼ばれる約 10m/s の速い速度の気流が生じているが、その範囲は一般的にロータの直径の約 80%程度に限られている。また、前進速度があると、その吹き降ろしが傾斜してしまう。機体によって若干の差が生じるが、時速 20km では、約 45 度程度の傾斜角になる。散布ノズルが確実にこの吹き降ろしの流れの中に入ることが重要であるので、飛行速度も考慮した散布ノズル位置の決定が望まれる。

【提言2】

今回はロータ数が 4、6、8 枚の異なる 3 機種について検討を行ったが、噴出した粒子をロータの吹き降ろし内に確実に留めるという観点からは、ロータの枚数よりも、ロータの直径が大きい機種のほうが有利であると考えられる。ロータと散布ノズルの位置関係も、前進時と後進時の両方を考慮する必要があるため、可能な限りロータ面に近いところに散布ノズルを設けたほうが良いと言える。

【解説】

提言1の解説にもあるように、ロータからの吹き降ろしの範囲はおおよそロータ直径の 8 割程度である。ノズルから吹き出した粒子の速度も考えると、散布された粒子を確実に吹き降ろしの中にとどめておくためには、より大きい直径のロータの方が有利である。

【提言3】

プロペラとそれを支える支持棒の位置関係について調べたところ、プロペラを支持棒の上方より下方に設けた方が飛行効率が向上することが明らかとなった。今後、効率の良いマルチロータ機を設計する際の指針になると考えられる。

【解説】

ロータからの吹き降ろし速度が比較的速い状態で下方の支持棒にあたると、支持棒に下向きの荷重(ダウンロード)が発生する。その分の荷重を補填するためにはロータが余計に揚力を発生させる必要があり、より多くの駆動動力を使ってしまうことになる。今回解析した3機種を見ると、大体3%程度余計な動力を使っている。一方、支持棒がロータの上方にあると、ロータに吸い込まれていく気流が影響を受けるが、その風速が比較的低いいため、大きなダウンロードは発生しない。