

傾斜地果樹園における省力的施肥技術の開発

[分類] 普及

[所属名] 果樹試験場 環境部、かき・もも研究所、うめ研究所

[研究期間]

令和5～7年度

[背景とねらい]

県内のウンシュウミカン、カキ、ウメを中心とする果樹栽培面積の50%以上は傾斜15度以上の急傾斜地です。果樹の栽培管理は人力での作業が多く、特に傾斜地における施肥作業は肥料袋の運搬や中腰での散布作業により労働強度が高いことから、作業の省力化や効率化が求められています。

そこで、自動航行ドローンを用いて傾斜地果樹園での施肥作業の省力化を図るため、ドローン散布に適した果樹用肥料および散布手法の開発に取り組みました。

[研究の成果]

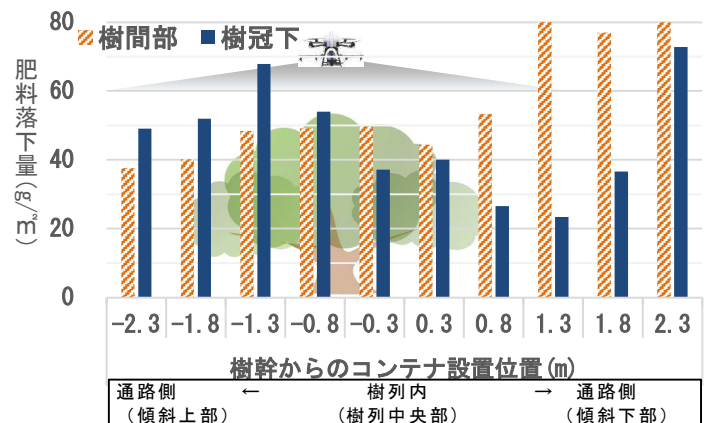
- ドローンはタンク容量に制限があり、慣行の肥料を使用すれば飛行回数が増加することで作業が非効率になるため、ドローン散布に適した高濃度の肥料をメーカーと共同で開発しました。また、各品目の肥効に応じた施肥時期や回数を精査しました(表1)。
- ドローン(XAG社製P30)を用いて各作物別における飛行ルートと園内への肥料の落下状況を検証したところ、ウンシュウミカンでは、樹列上飛行で散布した場合、肥料は樹冠の内側や通路側それぞれにほぼ均一に広がりました(図1)。カキでは、落葉の有無や樹冠下、樹間部に関わらず飛行ルートから離れるほど減少しました(図2)。ウメでは、樹列上散布(主幹の直上を往復飛行)よりもコの字散布(主幹から両側1m幅直上を片道飛行)で、散布範囲が広がり、偏りはありませんでした(図3)。
- 収量や果実品質、樹体生育について、施用開始から3年時点でドローン用肥料と手散布用の有機配合肥料の使用による大きな違いはみられていません(データ略)。

表1 ドローン用に開発した2種類の高度化成肥料の特徴と施肥時期

	中期肥効型	長期肥効型 ²
肥料の写真		
成分比(N-P-K)	22-5-10	30-0-5
肥効日数 ³	70日	180日
ウンシュウミカン	3月、10月 (年2回)	10月 (年1回)
カキ	3月又は10月 (年1回)	
ウメ		7月、1月 (年2回)

² 窒素主体につき、連年使用後に土壤中のP、Kが減少した場合は、別途でP、Kの追加施肥が必要

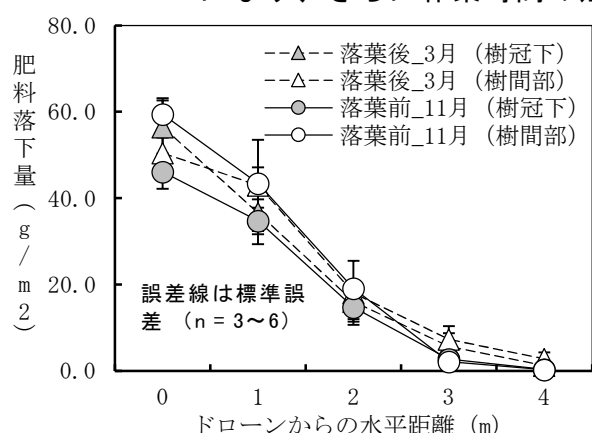
³ 概ね肥料成分の8割が溶出する日数



樹幹直上を樹列に沿ってドローンが飛行、樹冠下と樹間部(株間)それぞれに10コンテナを樹列に対し垂直に配置して肥料を回収。単位はコンテナの底面積(52×36cm)の1㎡あたり換算値。ドローンの吐出量設定は495kg/ha(散布量47kg/1,037㎡)、飛行速度は1m/s、飛行高度は樹上3-4mとした。

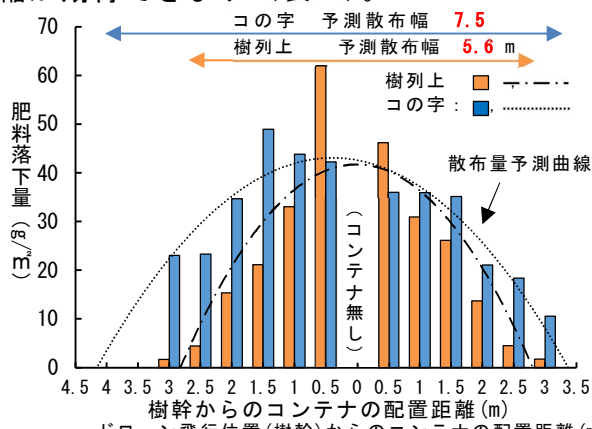
図1 ドローンの飛行位置からの水平距離に対する肥料落下量と肥料の分布状況(ウンシュウミカン)

4. ウンシュウミカン、カキ、ウメ園における1回あたり散布時間は初回のみ必要となるドローンの設定や測定の時間を含めて6分～27分で、手散布の33～48%でした。2回目以降の散布は初回の設定が不要のため、作業時間は手散布に比べて21～32%になり、さらに作業時間の短縮が期待できます（表2）。



樹の栽植位置に関わらず、飛行間隔を3m目安で片道飛行するように設定して園内を均一散布。それぞれの位置にコンテナを設置し、回収量から1㎡あたりに換算した。吐出設定は、散布量が77kg/1,188㎡（年間N量14.4kg/10a）からのドローン用肥料の換算値になるよう調整し、その他の設定はウンシュウミカンの場合に準じた。

図2 ドローンの飛行位置からの水平距離に対する肥料落下量と肥料の分布状況（カキ）



ドローン飛行位置（樹幹）からのコンテナの配置距離（m）
樹幹直上を樹列に沿って往復飛行する「樹幹上」飛行と、樹幹から両側1m幅直上を樹列に沿ってコの字に片道飛行する「コの字」飛行でのコンテナ内（樹幹から0.5m-3mの位置）への肥料落下量（g/㎡換算値）。散布量は8.9kg/267㎡（年間N量20kg/10a）からのドローン用肥料の換算値17.8kg/年（2回）/267㎡とし、その他の設定はウンシュウミカンに準じた。散布予測曲線はドローンの飛行肥料散布量から多項式近似（2次）により作成した。

図3 ドローンの飛行位置からの水平距離に対する肥料落下量と肥料の分布状況（ウメ）

表2 ドローンでの肥料散布における各作物別の施肥量、作業時間および手散布に対する作業時間の割合

作物名	散布方法	年施肥重量 (kg) ^x	年施肥回数 (回)	年作業時間 (時:分:秒)	1回あたりの施肥量(kg)および作業時間 ^u (時:分:秒)				手散布に対する作業時間比率 ^u		
					施肥量	園地測量 ・ドローン 飛行設定	施肥作業 ^v 全体時間	うち散布時間	時間合計	1回(又は 1年)目	2回(又は 2年)目以降 ^t
ウンシュウミカン ^z	ドローン散布 ^y	91	2	1:00:00	46	0:10:00	0:20:00	0:15:00	0:30:00	33%	22%
	手散布(対照)	286	2	3:00:00	143				1:30:00		
カキ	ドローン散布	65	1	0:43:20	65	0:14:17	0:29:03	0:27:09	0:43:20	48%	32%
	手散布(対照)	180	1	1:30:17	180				1:30:17		
ウメ	ドローン散布	66	2	0:36:49	33	0:18:07	0:09:21	0:06:20	0:27:28	40%	21%
	手散布(対照)	248	4	1:30:56	62				0:22:44		

^zウンシュウミカンに関する施肥作業時間は、これまでの試験結果から各作業項目別の時間を試算して作成した。

^yドローン散布の肥料は、ウンシュウミカン、カキでは中期肥効型(22-5-10)、ウメでは長期肥効型(30-0-5)の果樹専用の高濃度化成を使用した。

また、手散布用の肥料は、窒素含有量が7-8%の緩効性有機配合肥料を使用した。

^x年施肥重量は、土壌肥料対策指針(改訂版)の10aあたりの年窒素施用量から各肥料の成分比に基づき算定した。

^u1回あたり作業時間は、年施肥回数における1回あたりに要する時間とし、年作業時間は対象作物での年施肥回数の積で算出した。

^v施肥作業全体には、ドローンへの肥料の充填やバッテリーの交換等に要する時間を包括しており、作業トラブルに要した時間は未計上とした。

^t手散布の10aあたりの作業時間と比較して算出。ウンシュウミカン、カキは1回あたりの作業時間、ウメは年作業時間を用いて算出した。

^z2回目または2年目以降は、ドローン設定や測定を除く施肥作業全体の時間のみを対象とした。

[成果のポイントと活用]

1. ウンシュウミカン、カキ、ウメでは、各作物の植栽状況に応じてドローンの飛行ルートを設定し、面積あたりの必要散布量の肥料を施肥設計値から求めて樹上から散布すれば、特別な樹形改造を行わなくても、園内に均一に散布することが可能です。
2. ドローン用肥料を用いた場合でも、これまでの有機配合肥料の手散布と同程度の生産性が期待できます。
3. ドローン用肥料の散布により、散布に必要な時間は手散布と比べ約70%短くなるほか、人力での肥料袋の運搬・配置や中腰姿勢での作業が不要となり、身体への負担が軽減されることから、作業の効率化や省力化につながります。

[その他]

予算区分：県単（農林水産業競争力アップ技術開発事業）

問い合わせ先 代表機関：果樹試験場 TEL:0737-52-4320