

氏 名	山 本 博 昭 やま もと ひろ あき
学 位 の 種 類	農 学 博 士
学 位 記 番 号	論 農 博 第 767 号
学位授与の日付	昭 和 53 年 9 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	カンキツの振動収穫に関する基礎的研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 川 村 登 教 授 田 中 孝 教 授 山 下 律 也

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、カンキツ、なかでもウンシュウミカンを対象として、我が国の園地条件に適した小型振動収穫機を開発するための基礎的研究を行ったもので、果実の離脱及び損傷に関する物理性を把握して、果実-果梗系及び樹体の振動特性を理論的並びに実験的に解明し、果実及び樹枝を損傷することなく収穫できる適正な振動数及び振幅の範囲を決定した。

まず、ウンシュウミカンの物理性を解明し、果実の大きさ成熟度と果実-果梗系の引張強さ、ねじりせん断強さと離脱の部位、果皮の破壊や浮皮発生の関係を詳細に実験的に求め、収穫期のウンシュウミカンは平均約5.4 kg の引張力で離脱し、ねじりでは約300度回転しなければ離脱せず、両者の併用や動的載荷が必要としている。又離層形成促進剤を散布すれば、果皮の強さより低い2 kg 以下の引張力で離脱し、機械収穫に極めて有効であることを示している。その他、葉と果実の離脱力の差異、落下した果実を受け止める catching frame への落下テストとウンシュウミカンの品質との関係を、酸度の低下、糖度の上昇等から明らかにしている。

振動に対する果実-果梗系の動特性を、二重複合振子として解析し、安定判別、強制振動中に誘起される系の振動モード、果梗に生じる作用力との関係を明らかにし、収穫時に果実の損傷を最小限にし、且つ効率的に果実を離脱させる振動数、振幅の範囲を決定している。その結果、二次規準振動以上の振動数が有効で、且つ離脱前の果実の損傷をさげ、離脱効果を大きくするには、果梗上支点を安定域に、下支点、すなわち、へたの部分に不安定域にする振動形態が望ましく、これを Mathieu 方程式から理論的に導き、実験的にもその正しいことを証明している。又振動で離脱する果実に作用する力の極値ひん度分布から、加えるべき振動として、果実固有振動数の2倍、すなわち二重振子の二次規準振動の約8 Hz 以上で、且つ支点での振幅が4～5 cm 位が適当であるとしている。

実際にはリムシェカーで樹幹又は主枝に振動を与え、結果枝を変位強制振動させる方法をとっている。そのため樹体の振動特性を幹、主枝及び分枝の振動モードを実験的並びに理論的に求め、三次元的相隣る枝が互に反対位相の振動して、衝突により果実を損傷させることのない振動数範囲を明らかにしている。

リムシェカーとしては6 Hz 以上の可変振動数のものが望ましいとしている。又加振に要する力及び馬力を測定し、設計の基礎資料を提供している。

論文審査の結果の要旨

カンキツ栽培において、収穫作業は依然として手作業によっていて、全労働時間の40%を占め、その機械化が要望されている。果実を離脱させる方法としては、鋏で切る以外には、幹・枝を振動させる方法、脈動気流法、フィンガー振動法、真空吸引法及び回転らせん法等がある。本論文の著者は小型で急傾斜の園地でも使用可能なリムシェカーを開発する目的で、カンキツ、なかでもウンシュウミカンを対象にして、果実の離脱及び損傷に関する物性を解明し、果実-果梗系及び樹幹・主枝・結果枝等の振動特性を解析的並びに実験的に求め、果実や樹を損傷することなく収穫できる適正な振動数と振幅の範囲を決定したものである。その得られた成果の主なものは次の通りである。

ウンシュウミカン果実の大きさや成熟度と、引張り強さ、ねじりせん断強さ及び果実-果梗系のどの部位にどのような応力で離脱するかを明らかにし、果皮の強さ、浮皮の発生等の関係から、単純な引張りやねじりでは離脱は困難であるが、動的载荷や離層形成促進剤散布により、果皮の強さの2 kg 以下の引張力で離脱できるようにすれば、振動機械収穫に有効であることを示した。又 catching frame への落下テストを行い、酸度の低下と糖度の上昇からウンシュウミカンの品質への影響を明らかにした。

また、強制振動を受ける果実-果梗系には代表的な三つの振動モード (pendulum, tilting, rotation mode) のあることが提唱されているが、本論文の著者はこれを二重複合振子のモデルに置換え、強制振動中に誘起される振動モードを詳細に解析し、更にこれに安定判別理論を導入して、果梗に生じる作用力の関係と物性解明結果を対比させて、果実離脱の機構を解明した。更には果実の損傷をさけ、且つ離脱効果を大きくするため、果実結果枝の上支点を安定域に、下支点、すなわち、へたの部分に不安定域にする振動を Mathieu 方程式から導き、安定理論により解析し、実験的にもその正しいことを証明したことは、この分野の研究を大きく前進させた。又果実に作用する力の極値ひん度分布等から、加えるべき振動数と振幅の値を具体的に示した。

更にリムシェカーにより加振する時、相隣る枝が乗に反対位相に振動して衝突することのない振動数範囲を実験的及び解析的に求め、同時に加振馬力等も測定して、振動機設計の基礎資料を得た。

以上のように振動式果実収穫法について新知見を加え、リムシェカー開発の基礎資料を得たことは農業機械学に貢献するところが大きい。

よって、本論文は農学博士の学位論文として価値あるものと認める。