

II - 28

リンゴ果実に及ぼす風による流体力と枝の揺れによる慣性力について

八戸高専 正員 ○田中 博通

八戸高専 正員 金子伸一郎

八戸高専 正員 藤原 広和

1. はじめに

1991年 9月28日早朝、青森県沖の日本海を駆け抜けた台風19号により、青森県内では収穫期間近いリンゴが 342,000tf落果し、倒木や亀裂の入った果樹が 512,000本に達し、総額 731億円もの甚大な被害が生じた。

そこで本研究は、リンゴ果実に働く流体力としての抗力と風によって生じる振動の加速度に起因する力を算定した。また、強風時に枝が揺れることから、枝の揺れによって生じる慣性力を現在最も栽培されているわい化とマルバのリンゴについて求めリンゴ果実に働く力を比較検討した。

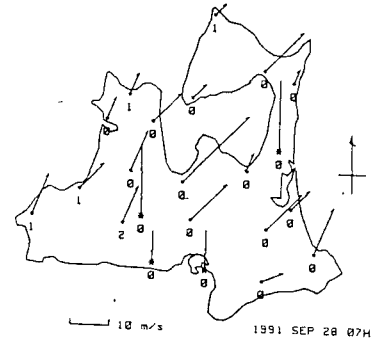


図-1 気象データ(*:unknown)

2. 実験装置及び実験方法

(1) リンゴに作用する風圧及び加速度の測定

青森県畑作園芸試験場に於て、リンゴの正面に風圧計を貼付け、リンゴ中心に小型加速度計を埋め込み送風機を用いて平均風速が3段階の条件で、表-1に示すA7のリンゴに働く風圧と加速度の測定を行った。同時にリンゴの前方に風速計を取り付け風速の測定を行った。データはデジタルレコーダに収録した。

表-1 リンゴの諸量

Case	H(cm)	B(cm)	W(kg)	V(cm/s)	w(kg/cm³)
A7	7.55	8.41	285.51	332.5	0.859
ML	8.38	8.81	347.58	395.0	0.880
MU	8.33	8.88	364.94	400.0	0.912
YL	8.47	9.02	363.78	405.0	0.898
YU	8.31	8.91	352.23	390.0	0.903
F ₁	8.50	8.88	374.57	430.0	0.871
F ₂	8.50	8.85	328.08	380.0	0.863
O ₁	7.80	8.05	270.76	300.0	0.903
O ₂	8.60	8.35	289.08	330.0	0.876
J ₁	9.20	9.40	378.65	470.0	0.808
J ₂	9.90	9.85	483.38	580.0	0.819
M ₁	10.60	10.75	582.28	700.0	0.832
M ₂	11.80	11.15	742.12	820.0	0.807

(2) わい化とマルバの枝の揺れによる加速度の測定

リンゴが実っている枝を 20cmと 40cmの距離まで糸で引っ張り、糸を切ったときの揺れをVTRで撮影し、パソコンで制御した 1/30倍速の画像からリンゴ中心の座標を求めて加速度を算定し、表-1に示すML, MU, YL, YUのリンゴについて枝が揺れているときの慣性力を求めた。

(3) リンゴ果実の抗力係数の測定

ふじ(F₁, F₂), 王林(O₁, O₂), ジョナゴールド(J₁, J₂), むつ(M₁, M₂)の4種類のリンゴ各2個ずつについて、送風機による4段階の風速によって生じる抗力を抗力測定機を用いて求め、風速と射影面積より抗力係数を算定した。

3. 結果及び考察

(1) リンゴに作用する風圧及び加速度について

図-2は平均風速12.62m/sにおける風速と風圧及び水平方向の加速度の時系列である。図-3は風速と平均風圧の関係である。室内実験の値を併記してある。これより風速の2乗で増加していることがわかる。図-4は風速と平均加速度の関係である。測定範囲の風速においては水平方向の加速度の方が鉛直方向の加速度よりも大きく、両者とも風速の2乗で増加している。平均風速が

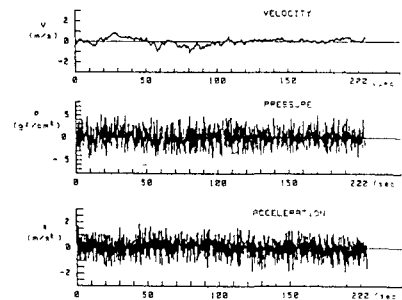


図-2 風速、風圧と加速度の時系列

5.09, 8.74, 12.62m/sにおける
加速度変動の最大値より求めた
リングにかかる力はそれぞれ
16.14, 34.84, 54.74grfであっ
た。

(2) 枝の揺れによる加速度に ついて

図-5はマルバの下部の枝の
揺れの軌跡である。図-6は40
cm引っ張たときの水平方向の速
度(V_x)、鉛直方向の速度(V_y)

と合速度の時系列である。これより、解放された直後に最大値が生じ
ており、しかも、かなり大きな速度となっている。図-7は速度変化
より求めた加速度にリングの質量を掛けて求めた水平、鉛直方向のリン
グに働く慣性力とその合力の時系列である。当然のことながら、加
速、減速するときに大きな力が生じている。また、最大値として3.7
kgfもの力が働いている。最近の研究において、「ふじ」果実の果台と
の結合力は離層部、つる部ともにほぼ3.5kgfとされ¹⁾、枝の揺れによ
って生じる慣性力で落下する確率が高いものと考えられる。

(3) リング果実の抗力係数について

図-8はReynolds数(Re)と抗力係数(C_D)との関係である。こ
れより、 Re 数が小さいときは多少のばらつきがあるが、 Re 数が大きくな
ると C_D はリングの品種大きさに関係なく0.2前後の値となった。
図-8に同じ Re 数の範囲内における球の C_D を示してある。今回の測
定において、抗力の最大値は平均風速が17.8m/sのときの「むつ」(M_2)
に生じた44.8grfであり、リング落下に影響するオーダーでない。

4. おわりに

今回は風による抗力と枝の揺れによって生じる慣性力を求めた。そ
の結果、枝の揺れによって生じる力は落下をもたらす程度に大きいこ
とがわかった。しかし、強風時において、そのような揺れが起きている
かは今後の検討課題である。

最後に本研究を行うに当り助言と観測場所を提供して下さいました
青森県りんご試験場 工藤仁郎氏、青森県畑作園芸試験場 石山正行氏、
今村友彦氏に謝意を表します。また、観測と実験にご協力してくださ
った本校学生 大畑昭人、木立孝治、久保哲也、深沢満、
間山隆之、福田貴弘、前山浩の諸氏に感謝致します。

[参考文献]

- 1) 瀧下文孝, 福田博之, 工藤和典: 強風によるリング落下
果実の品質並びに果実の落下抵抗性, 寒冷地果樹試験研
究成績概要集, pp.51~52, 1992

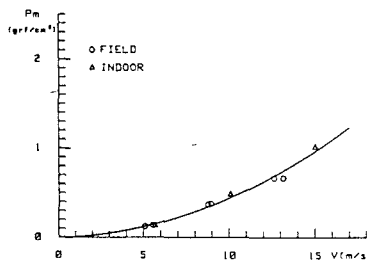


図-3 風速と風圧との関係

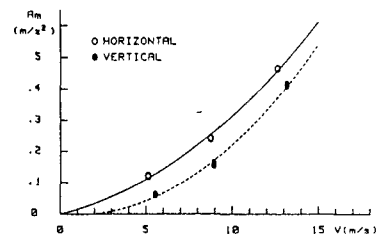


図-4 風速と加速度との関係

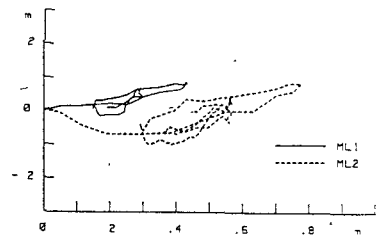


図-5 リングの揺れの軌跡

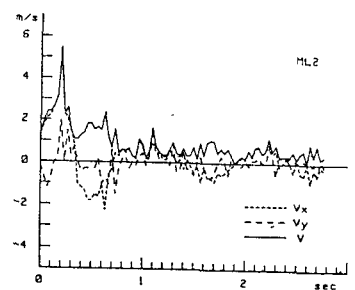


図-6 速度の時系列

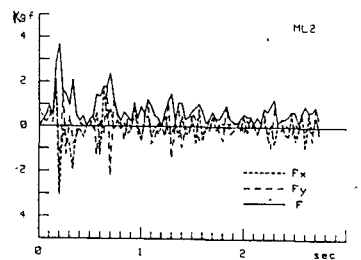


図-7 リングに働く力の時系列

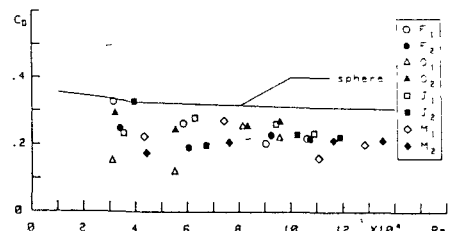


図-8 抗力係数(C_D)と Re 数との関係