

カキの剪定トレーニングシステムの開発（第3報）

ーカキ栽培のデジタルトランスフォーメーション（DX）化に関する研究ー

藤井勝敏*、鈴木哲也†

Development of the trimming simulator of persimmon trees (Ⅲ)

- Research on a digital transformation (DX) about planting persimmons -

FUJII Katsutoshi * and SUZUKI Tetsuya†

カキの剪定作業について、名人の技能をトレーニングシステムに反映するために、剪定後の実際の樹構造を手作業で調査する手順を検討し、実際の果樹を目測して得たデータからCG(コンピュータグラフィックス)による樹形の復元表示を試みた。一本の立木を、直線的な単位要素の複合体とみなして枝ごとに分割し、固有番号を割り当てて親子関係を記録することで、階層構造で記録した。個々の枝要素の大きさや伸長方向は、測定精度よりも圃場での作業性を優先して目測により行うこととし、このことによる再現性への影響を検討した。

1 はじめに

岐阜県ではカキの生産技術の向上に資するデジタル技術の活用方法を模索している。筆者らはその一環として、VR(バーチャルリアリティ)を応用した剪定トレーニングシステムを提案し、仮想樹形の生成手順と剪定体験操作手順を報告した¹⁾。このシステムに剪定の良否を判定、採点する基準を搭載する上で、実在のカキ果樹の剪定がどのような思考判断に基づいて行われたのかの記録が必要になった。過去に熟練者からの聞き取りや作業映像解析から推定する方法を検討したが、VRによる果樹表現技術を応用することによって、より具体的な剪定中の思考が明らかとなることが期待できる。そこで、実際の剪定樹を計測調査し、CGにより再現するまでの方法を研究したので報告する。

2 計測調査の目的と方法

本研究の最終目標は、良い剪定の本質を技術継承可能な媒体に記録することであるが、“良い剪定”とは、剪定名人の手技を基準にする。名人は剪定講習会等で技術を実演しているが、その様子を撮影した写真や動画、口述記録からでは、剪定の本質究明には至っていない。

講習中の名人の発言と手技を観察すると、剪定の動機には以下のパターンが見られる。

(1) 樹形を整えるために除去する枝

全体的な樹形の制御、主枝等の更新、病虫害防除などの年間作業効率、隣の木との距離感を理由とした比較的太い枝を間引き、切り返し剪定する。

(2) 明確に不要とされる枝

枯れ枝、病虫害に侵された枝、折れた枝、内向枝、立ち枝、下り枝等は、説明不要で除去する。

(3) 特定の枝を活かすために除外した枝

末端付近で混みあっている枝の中から有望な枝を残

し、その周辺で干渉、交錯する小枝を切除する。

(1)に関しては、作業性のよい樹形を理想としつつも、現場では隣接樹との位置関係や日当たりなどを考慮して、不要部分を大胆に切断していく。

(2)は剪定の基本知識であり、規定の条件に該当する不要な枝²⁾を覚えれば、名人でなくても一定水準で作業できると考えられる。ただし、該当数が非常に多いため、通常は(1)の作業後に行われる。

これらに対し(3)は、どこを切ったかではなく、どの枝を残したのが重要で、名人はそのすべてを意識的に残しているように見受けられる。つまり、名人が剪定を終えたカキ樹の枝には、一本ずつに存在理由があり、これを区別して分類する必要があると考えた。

2.1 樹木の枝分割

一般に樹木は主幹から枝分かれを繰り返して、無数の小枝で構成されている。無数と言っても目視できる枝の数は有限であり、特に剪定直後は最小数の状態であるため、人の目で数えることは十分可能である。

図1のように、親枝からの分岐点を起点に直線的で太さが一様で、樹皮の形質が同じとみなせる部分を枝の最小単位とし、1本の樹体を複数の枝の集合体として分割の上で記録する。この分割基準は主観的であるが、太い枝の剪定では分岐点の付け根で切断するのが通例であ

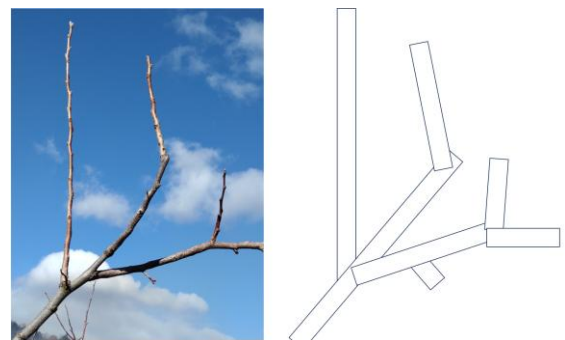


図1 枝記録のための分割

* 情報技術部

† 岐阜県農業技術センター

表1 計測項目記入シートの項目

枝番号	枝齢等特徴	枝の接続	枝の長さ太さ	伸長方角	伸長上下
	当年・前年・3年・以前 主幹・主枝・亜主枝 結果母枝・枯枝	親枝番 _____ cm・末端 時(口北)	cm 直径 ミリ	☐ 親枝基準 ☐ 北基準 時	垂直基準 時

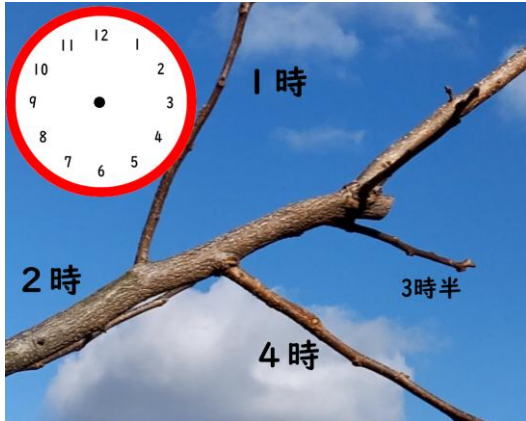


図2 枝伸長方向(上下)の目測イメージ



図3 測定したカキ樹

り、この知識がある剪定経験者が計測調査をする前提で、測定者による分割基準の揺らぎは問題にしないことにした。

2.2 計測項目

分割した枝には、個別に重複しない番号を付けて識別する。この調査の目的は、枝ごとの存在理由を明らかにするためであり、枝を特定するために識別番号を最初に付与する。この枝番は、親子関係を記録するときにも利用する。

枝の個性を表す情報は、枝の見た目の年齢、太さや長さ、親枝からの分岐点の場所、伸長方向とし、表1の記録用紙に枝を観察して記入する。屋外の圃場で道具を用いるのは手間が掛かるため、目測で行うことにした。特に、枝の伸長上下方向は、図2に示すように鉛直上向きが12時を指す仮想的な時計の文字盤を念頭に置き、枝が指し示すおおよその時刻を記録する方法とした。

3 測定データからの樹構造復元

試験的に調査したカキ樹は農業技術センター内で管理されている図3の木で、熟練者により1月中に剪定されたものを3月に計測したところ、116本の枝の集合体として計測データを得た。

このうち36本の枝は、主幹、主枝、亜主枝などの太い枝で、果樹の個性を形作る骨格要素である。これらの配向を再現するだけで果樹の概形がわかり、圃場内の別の果樹と識別することができる。

残りの末端の枝は80本確認でき、そのほとんどが当年または前年の剪定で残した細枝であり、春以降に花を咲かせる芽がある「結果母枝」と呼ばれる有望な枝

である。

測定データをCGで再現したシステム(図4)は、画面上で枝ぶりを全方向から自由に眺めることができ、マウスポイントをいずれかの枝に重ねると、その枝の固有番号および親枝接続情報や寸法情報などを確認することができる。

3.1 再現性に関する考察

前述の通り、測定データは現地での目測によるため、立体形状として見た樹形の再現性は低い。特に、角度の目測と記録については目測の誤差だけでなく方向の誤認があり、計測作業時の記録写真と照合して一部訂正が必要であった。

その一方で、樹構造に関する骨格枝の誤認や取り違えはなかったとみられ、枝の親子関係は元の樹構造を想像させるに十分な水準で復元できている。

「結果母枝」などの若い枝は曲がりやすく、また成長が著しいことと、数が多いことを勘案し、次回からは記録と再現方法の簡略化を検討する。

3.2 樹形再現システムの活用方法

本システムにより、主幹から任意の「結果母枝」に至る経路を画面上で観察できる。「結果母枝」は次期の収穫を意図して残した枝であるが、その分布は骨格構造に制約され、枝ぶりを読み解く支援になる。

また、計測した枝に割り振った固有番号は、当期の栽培管理や収穫まで有効で、剪定時に意図したとおりの結果が実際に得られたかを枝単位で精密に評価検討するための基礎資料になりうる。剪定時に枝を残した意図と照合し、剪定トレーニング時に実例として提示する使い方が見込まれる。

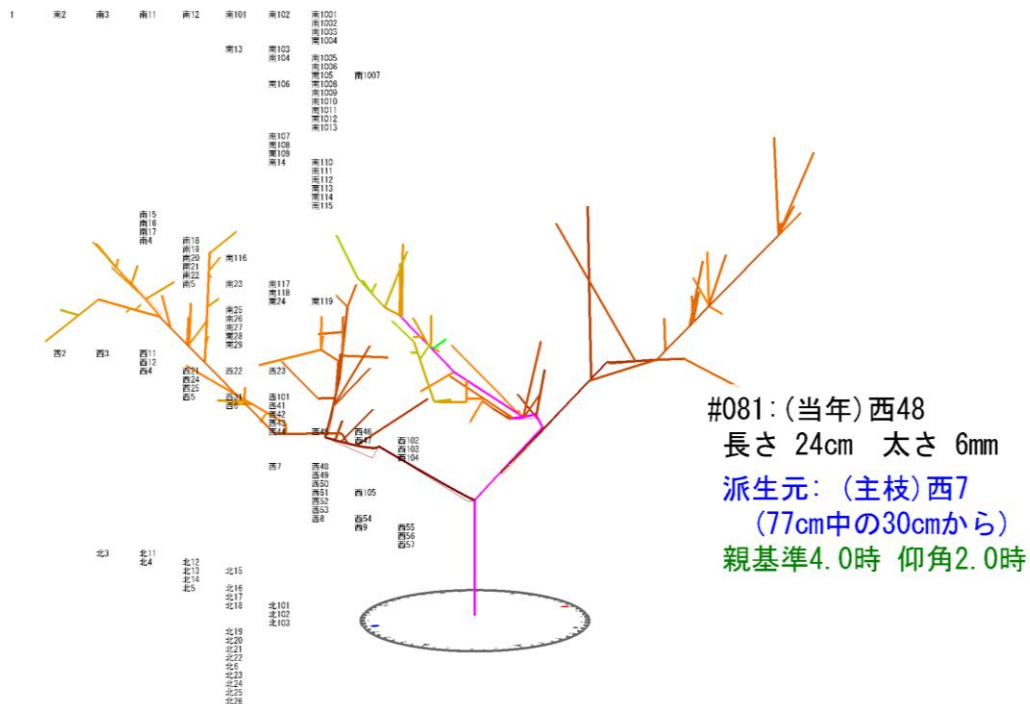


図4 樹形再現結果と情報確認画面

4 まとめ

これまで感覚的に評価されてきたカキ剪定の良し悪しを、情報処理技術基盤に載せて利活用(DX)するため、実在する剪定済みカキ樹の調査項目を検討し、試験的に測定の上、再現を試みた。その際、剪定技術の本質が、空間的形状だけでなく枝の階層構造にも含まれるのではないかと予想し、これらの情報を最小限の道具で目測する方法を考案し、実測およびCGによる復元を行った。

その結果、剪定後の枝総数は百本超程度の有限値で、樹形の個性に係る主要枝に限れば更に絞り込み可能であるとわかった。一般的なカキ圃場では、1か所に4~50本の果樹が栽培されているが、数日間かけて主要な枝だけを測定すれば、圃場全体の3D台帳を作ることも現実味を帯びて検討できると考えている。

課題として、目測による方位や仰角等の信頼性がまだ低いことで、測定の練度による改善か、道具の併用を検討する。また、枝の大半を占める「結果母枝」の記録項目については太さや長さを省略の上で、剪定理由になりうる新たな情報として、花芽・葉芽の数等を記録することを考えている。

【参考文献】

- 1) 藤井ら,岐阜県産業技術総合センター研究報告 No.4, pp105-106,2023
- 2) 上条,剪定「コツ」の科学,講談社, pp46-47,2016