

画像三次元化ソフトを利用した樹幹形の測定と診断

神戸大学農学部資源生命科学科
瀬尾まどか

摘要

街路樹は年月の経過に伴って生育状態が変化するため、定期的に診断を行うことが必要であるが、診断は主に目視で行われるため、結果には個人差が生じやすい。本研究では、写真から立体構造を再現（三次元化）するフリーソフトウェア「123D Catch」（Autodesk社）について、街路樹診断ツールとしての有用性を検討した。123D Catchを利用して、樹幹の三次元化画像を生成する場合の最適な手順および撮影条件は以下の通りである。

- (1) 三次元化したい樹木の周囲から、18～24枚程度（約15°～20°間隔）撮影する
- (2) 撮影は曇天日など光が均一な条件下で行う
- (3) 株元や樹幹にある萌芽枝等の遮蔽物はできるだけ取り除く

以上の手順で三次元化処理を行った場合、写真を取り込んでから三次元画像が生成されるまでの時間は20分程度である。123D Catchは、デジタルカメラ等の撮影機材さえあれば、誰でも簡単に利用することができる。また、三次元化画像は、写真よりも立体的な情報を含んでおり、パソコンやスマートフォンの画面で様々な角度から見ることができる。街路樹診断に123D Catchを応用すれば、技術者・管理者間で具体的な情報共有が可能になり、診断結果の客観性・信頼性が向上すると考えられる。さらに、三次元化画像のデータベースを構築すれば、生育状態の経時的変化を記録することも可能である。

1.はじめに

街路樹は、厳しい生育環境から生理障害や病害が発生し不健康な状態にあるものや、道路工事や交通事故といった人為的害によって損傷したものが多く見られる（堀 2008）。樹幹や根系に欠陥を持つ街路樹は、台風や突風などの影響で倒伏しやすく、人身傷害や器物破損に繋がる恐れがあるため、適切な管理が欠かせない（飯塚 2005）。一方、街路樹の数に対して熟練した技術を有し経験に富んだ管理者の数は十分ではなく（山本 1998）、管理が行き届いていない街路樹が増えつつあることが近年問題視されている（野村 2009）。さらに、街路樹診断は主に目視で行われ（佐々 2010）、技術者が経験的に判断するため、診断結果に個人差が生じやすい。

本研究では、誰でも簡単に利用できる、街路樹管理における目視診断結果の裏付けと情報共有を可能にする評価ツールとして、写真から立体構造を推定し再現（三次元化）するAutodesk社製フリーソフトウェア「123D Catch」の有用性を検討した。

2.調査地点・調査対象

主な調査地点は、神戸大学六甲台キャンパス（北緯 34° 41′ 東経 135° 14′ ）、兵庫県西宮市東町一丁目街路（北緯 34° 43′ 東経 135° 20′ ）である。他、京都府木津川市梅美台 8 丁目（北緯 34° 42′ 東経 135° 50′ ）、兵庫県篠山市大沢ロマンの森（北緯 35° 3′ 東経 135° 10′ ）などで調査を行った。

123D Catch がどこまで複雑な構造を三次元化できるか、また、写真では捉えにくい幹の特徴（こぶ、割れなど）を三次元化可能か判断するため、以下の個体を調査対象とした。

- ・単幹 3 個体
- ・双幹 4 個体
- ・幹数 3 本 3 個体
- ・幹数 4 本 1 個体
- ・幹数 6 本 2 個体
- ・幹にこぶがあるシラカシ 2 個体

3.調査方法

写真撮影

調査個体の幹から約 1m の等距離を取り、デジタルカメラ（Nikon COOLPIX L26 約 1600 万画素）とコンパスグラスを用いて、周囲 360° から、1 個体につき 5° ごと、計 72 枚の写真を撮影した。幹にこぶがあるシラカシ 2 個体は、異常部位の上部・水平部・下部から計 20 枚の写真を撮影した。写真撮影の際は、足元に影がはっきりとできる場合を晴天日、足元に影ができない又はほとんどできない場合を曇天日とし、天候を記録した。

123D Catch での処理

各個体につき撮影した 72 枚の写真を、72 枚（5° ごと）、36 枚（10° ごと）、24 枚（15° ごと）、18 枚（20° ごと）、12 枚（30° ごと）と枚数を変えて 123D Catch に取り込み、三次元化画像が生成されるまでの時間を計測し、三次元化可否を判断した。幹にがんしゅがあるシラカシ 2 個体は、撮影した 20 枚の写真を 123D Catch に取り込み、同様に、三次元化画像生成時間の計測、三次元化可否を判断した。

評価項目

幹数などの樹木構造の複雑さの違いや、株元の萌芽枝などの遮蔽物の有無、三次元化処理に用いた写真の枚数によって、三次元化処理にかかる時間や、三次元化の可否が異なるかどうかを評価した。また、撮影時の天候の違いによって、三次元化処理に用いる写真の必要最低枚数に影響がないかどうかを評価した。また、幹にこぶがあるシラカシ 2 個体について、生成された三次元画像上でこぶが立体的に再現されているかを評価した。

4.「123D Catch」について

ある対象物について様々な視点から撮影した写真データを 20~40 枚程度取り込ませると、自動的にその対象物の三次元構造を推測し、三次元画像が生成されるソフトウェアである。三次元化処理は、サーバー上で行われるため、利用する電子媒体の性能に関係なく同一の処理結果が得られる。また、スマートフォン用アプリとしてもリリースされており、スマートフォンで撮影した写真をその場で三次元化することも可能である。123D Catch 上では画像の拡大・縮小など自由に視点を動かして多方向から三次元化画像を確認できる。

5.結果・考察

5-1.幹数の違いによる三次元化の可否

123D Catch で三次元化処理を行い幹の形状を再現する場合、幹数の違いによって三次元化画像生成に必要な写真の最低枚数が異なっていた。幹数1本の場合は12枚以上(図1)、幹数2~4本の場合は18枚以上、幹数6本の場合は24枚以上の写真が必要であった。

今回の結果から、実際に123D Catchを用いる場合、最低でも18~24枚程度、樹木周囲から写真を撮影し、取り込むと、三次元化画像が生成されることが示された。

5-2.遮蔽物の影響

株元に萌芽枝のない個体では、三次元化処理に用いる写真の枚数が18枚以上で三次元化可能であった。一方、株元に萌芽枝がある個体では72枚以上写真が必要であった(図2)。よって、123D Catch で三次元化処理を行う場合、萌芽枝などの遮蔽物が存在すると、三次元化処理に用いる写真の必要最低枚数が多くなる傾向にあることが示された。また、萌芽枝に阻まれると樹幹部の構造が再現されない上、萌芽枝や葉などの構造自体も三次元化できなかった。

今回の結果から、実際に123D Catchを用いる場合、樹幹部の構造を捉えるためには、萌芽枝など除去できるものは剪定ばさみで取り除いてから撮影する必要がある。

5-3.こぶの三次元化

直径2cm程度のこぶが見られるシラカシ、水平部10cm程度のこぶし大のこぶが見られるシラカシで三次元化処理を行った。各個体につき、がんしゅの上部、水平部、下部のいずれからでも立体構造が再現されていることが確認できた(図3、4)。

したがって、123D Catch で生成された三次元化画像は、写真よりも具体的に幹の傷害を把握することができると考えられる。

5-4.撮影時の天候の影響

三次元化処理に用いる写真の枚数が、晴天日に撮影した個体では36枚以上、一方、曇天日に撮影した個体では12枚以上で再現可能であった。晴天日に撮影した個体は、撮影時に直射日光が強く、逆光などにより写真ごとにコントラストの違いが顕著であったため、123D Catchでの処理において、一連の写真間での共通点の参照が困難であり三次元化画像が生成されにくかったと推測される。ただし、建造物が近くにあるなどといった樹木が置かれている周辺環境や、撮影時の季節による日射量の違いも、写真のコントラストに影響を与えると考えられる。よって、晴天日の撮影が適さないとは断言できない。

以上のことより、実際に123D Catchを利用する場合は、取り込む写真のコントラストを揃えるために、曇天日などといったできるだけ光が均一な条件下で撮影を行うほうが望ましいと考えられる。

5-5. 三次元化処理時間－枚数の関係

123D Catch に取り込む写真の枚数が増えると、写真を取り込んでから三次元化画像が生成されるまでの時間が長くなる傾向にあった（図 5）。写真の枚数が 72 枚の場合、処理時間が 90 分以上かかる個体や、幹形状は三次元化されたが樹皮の色が背景と同化した個体（図 6）、樹木以外の背景部分が三次元化されていた個体が存在した。これは、Autodesk 社が想定する処理枚数（20～40 枚）を大幅に超えているため、三次元化処理に問題が生じたのではないかと推測される。また、123D Catch に取り込んだ写真の枚数の違いによって、三次元化画像の画質には大きな差は見られなかった（図 1）。

従って、三次元化画像が生成可能な必要最低枚数で 123D Catch を行うことが三次元化処理時間や画質の面から見て、最も有効であると考えられる。

6. まとめ

123D Catch で作成した三次元化画像は、123D Catch 上で自由に視点を動かすことや画像の拡大・縮小が可能であるため、幹全体の形状だけでなく樹皮の特徴を確認することも可能である。また、がんしゅといった幹の特徴的な部位を中心に撮影を行った場合も三次元化可能であり、幹全体を撮影したときと同様に、視点を動かして三次元化画像を確認することができる。そのため、123D Catch で作成した画像は、病害木の病徴や生理障害の症状などの視覚的な情報を記録可能であると言える。従って、街路樹診断の際に三次元化画像データを作成すると、診断時に他の技術者が現場にいない場合でも複数人で情報を共有できるため、一人の判断だけではなく多くの人間の判断が加わり、診断結果の主観性を極力減らし、その客観性を高めることに役立つと考えられる。また、技術者が街路樹診断結果を説明する場合には、樹木診断様式などの評価シートに数値で示された結果と三次元化画像を対比させることで、技術者が行った外観基準の判断の根拠を管理者に明確に伝えることができ、診断の数値結果のみを示して説明した場合よりも、信頼性が高まることが期待される。

以上の結果より、123D Catch は、街路樹管理において主として行われる目視による外観診断、特に幹診断に有用であることが示された。大掛かりな機材等は必要なく、デジタルカメラ等の撮影機材さえあれば、誰でも簡単に、樹木の視覚的情報が立体的に再現された三次元画像を生成できるため、街路樹管理において広く活用できると考えられる。

参考文献

Autodesk (2013) 123D Catch. <http://www.123dapp.com/catch> (2013年11月1日アクセス)

堀大才 (2008) 総合診断と保全対策. (上島重二編、最新・樹木医の手引き改定 3 版. 日本緑化センター). 446-473

飯塚康雄 (2005) 街路樹の危険度評価. 緑の読本 74 : 55-66

野村徹郎 (2009) 美しい街路樹景観と植栽基盤. 日本緑化学会誌 35(2) : 271-276

佐々朋幸 (2010) 樹木の診断の手法と危険木. (小林享夫編、樹木医必携・応用編. 日本樹木医会). 287-291

山本紀久 (1998) 街路樹. 技報堂出版

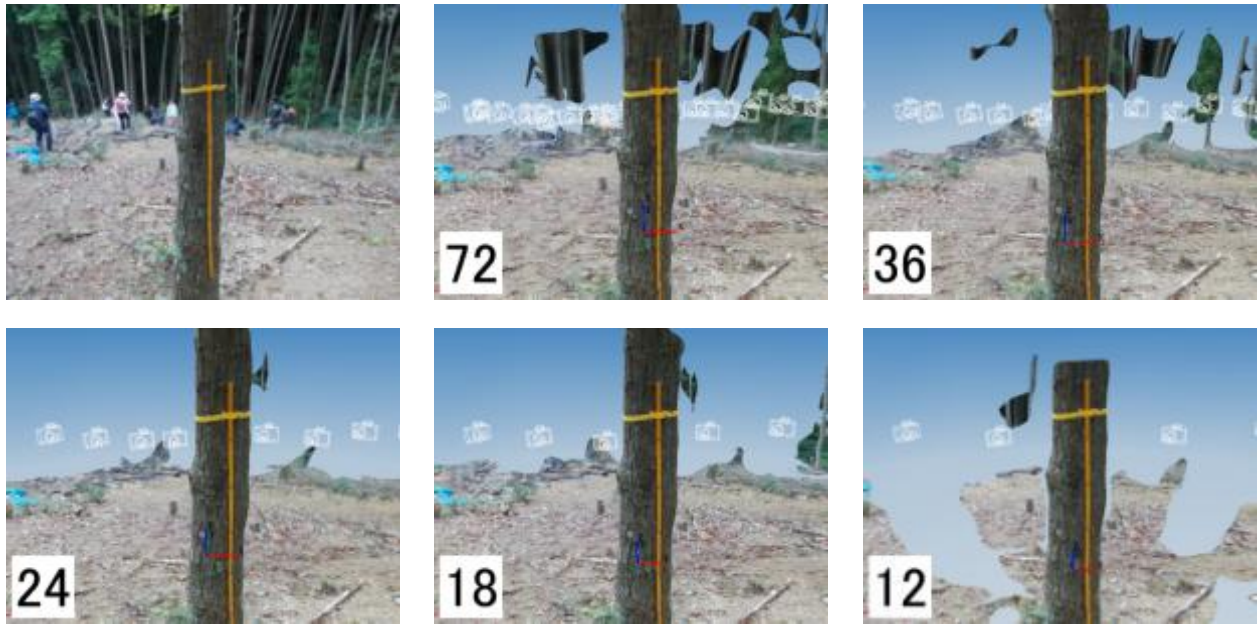


図 1：クヌギ（単幹）の写真及び三次元化画像（画像左下の数字は処理枚数を示す）
 写真の枚数が多いと、撮影対象である樹木以外の背景部も三次元化されていた。写真の枚数が少なくなるにつれ、対象となる樹木のみが三次元化された。

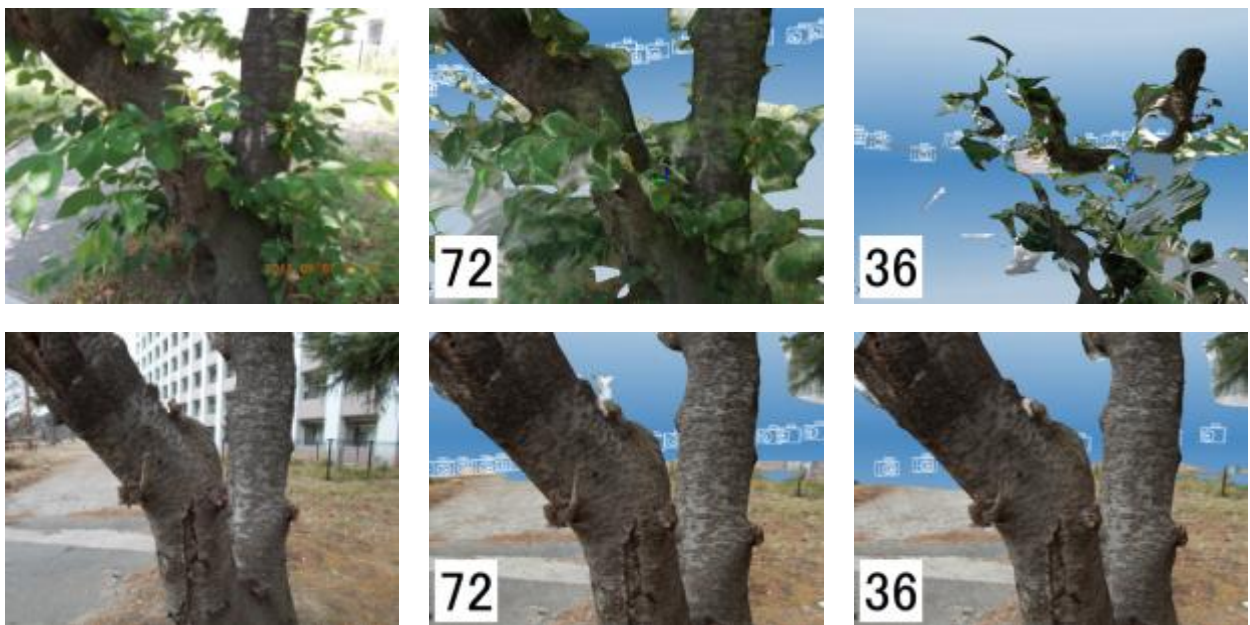


図 2：ソメイヨシノ（双幹，上段 6 月撮影，下段 10 月撮影）の写真及び三次元化画像
 （画像左下の数字は処理枚数を示す）

株元に萌芽枝がある場合、三次元化処理に必要な枚数が多くなる個体でも、萌芽枝を除くとより少ない枚数で三次元化画像が生成された。



図 3：シラカシこぶ（水平部）の写真（上段）及び三次元化画像（下段）



図 4：シラカシこぶの三次元化画像

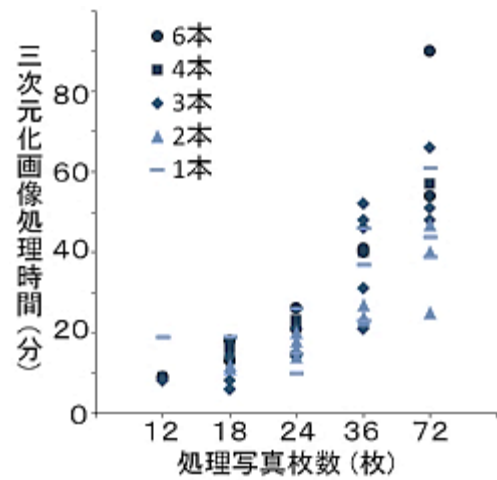


図 5：三次元化処理時間-枚数の関係



図 6：ソメイヨシノ（幹数 3 本）の写真及び三次元化画像（画像左下の数字は処理枚数を示す）
72 枚で三次元化処理を行った場合、樹皮の色が背景部と同化した。