

植物生長に伴う形態的变化を理解するための 3DCG アニメーションの作成

岡 正明¹, 米山 淳², 佐々木一磨³

¹宮城教育大学技術教育講座, ²元・宮城教育大学技術教育専攻, ³宮城教育大学技術教育専攻

学生に植物形態を観察させる場合、各器官(茎・葉身・花器など)の形態的特徴や、各器官の接続位置まで含めた詳細な観察を行わせることが重要である。さらに、生長に伴う形態的变化も、把握してほしい。著者が担当する本学での栽培教育関係の授業では、これまで手書きでの植物観察スケッチを学生に課してきたが、植物の形態描写が不十分なものが多かった。本研究では、筆記具での描写に代え、各器官の形態的特徴把握や接続様式の把握無しには描くことができない3DCGソフトウェアで植物体を描かせることにより、学生の植物形態理解を促す試みを行った。また、生長に伴う形態変化を認識させるため、微速度撮影の動画を見せ、植物生長アニメーションを作成させる課題も試行した。

キーワード: 栽培学習、植物生長、コンピュータグラフィクス、アニメーション、モーフィング

1. はじめに

栽培学習において、植物生長に伴う形態的变化を記録する際、筆記具による描画や、デジタルカメラなどによる画像記録が用いられる。著者が本学で担当している栽培教育関係の授業では、学生が植物の形態的特徴をじっくり観察するための時間を取っている。学生に形態をより詳細に観察させるためには、植物の絵を描かせることが有効であると著者は考えており、後日提出させる観察レポートや観察ノートでも、手書きの植物の絵を載せることを勧めている。多くの学生は、時間をかけて植物スケッチを描いてくるが、詳細な形態的特徴を記録しているものは多くない。例えば、図1は数年前の授業で学生に課した「ヒマワリの観察レポート」の図であり、美術的には優れた作品のように感じられるが、各器官(茎・葉・花弁)の形態や連結様式の描写は不十分である。

植物は、種によって多様な形態を有しており、葉の形、茎の長さ、分枝構造、花器形態などの特徴は様々である。植物形態は、その種が環境に適応し、効率的な個体光合成・群落光合成を達成するために、またなるべく多くの子孫を残すために、進化してきた

結果である。その意味から、植物形態を把握することは、その種の生存戦略や本質的な特徴を理解することであると言える。将来、教員となる大学生には、植物の詳細な形態的特徴把握が必要だと考える。

本研究では、教材植物を三次元コンピュータグラフィクス(3DCG)で描き、生長段階毎の植物体3DCGをつなぎ合わせた植物生長アニメーションを作成した。将来的には授業での実施を考えているが、今回は本学の教育学部学生である米山と佐々木(ともに共著者)が行った。描画には、3DCG 作成ソフトウェアである“Shade12”(e frontier 社)を用いた。

植物体 3DCG の作成は、まず葉や茎、花器(1枚ずつの花弁など)などの各器官を部品として作成し、植物種によって異なる接続様式に注意しながら、これらの部品を組み立てる必要がある。この作業を行う上で学生は、植物を構成する器官の種類、各器官の形状、それらの接続位置などを認識することが不可欠になる。つまり、植物体 3DCG 作成作業を行うことで、植物の詳細な観察も同時に実現できることになる。

植物個体やそれらの集合体である群落の3DCG作成は、これまでも教育分野や農学分野で試みられ

ており、当研究室でも花壇設計学習のために、いくつかの草花・球根類の 3DCG を作成してきた[1][2]。また、作物の生産性を解析するための三次元構造モデルとして、イネ[3][4]やトマト[5]など多くの作物種の 3DCG が報告されている。

本研究では、モーフィング技術(Shade にも組み込まれている機能)を用いて、生育段階毎に描いた 3DCG をつなぎ合わせた植物生長アニメーションも作成した。生長に伴い植物形態は大きく変化していくが、植物観察では、パーツである器官毎(葉や茎など)の生長のタイミングや順序を認識することが重要である。また、生殖生長期に移行した植物では、花器の発達過程(花茎・花弁の出現位置や伸長時期)の把握も必要である。学生が、植物生長の時間軸を認識し、各器官の展開順序やその位置関係を見分けることができれば、根で吸収した肥料成分の分配、光合成産物の移動、個体受光態勢の評価、などを行うことが可能となる。

本実験でこの作業を試行した学生 2 名には、市販の微速度撮影装置で記録した対象植物の生長動画を何度も見てもらい、葉の展開順序や花器生長(抽苔から開花まで)のタイミングなどを認識した後に、アニメーション作成の作業を行ってもらった。

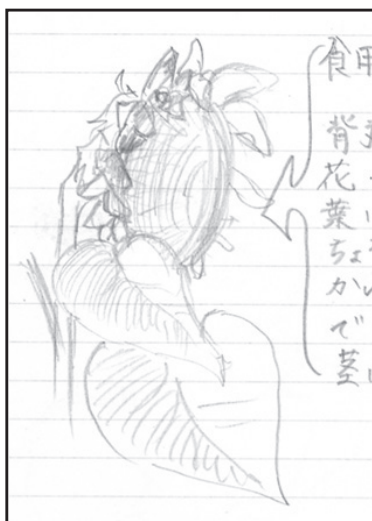


図1 ヒマワリを描いた学生の観察スケッチの例

本論文では、まずビオラの生長アニメーション作成の流れ(生長動画の撮影、個体の 3DCG 作成、アニメーション作成)を記した後、チューリップの生長アニメーションの例も紹介する。

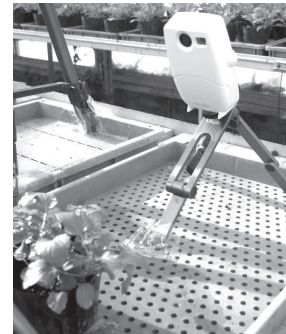


図2 生長動画撮影に用いた機器

上図: Recolo

下図: GardenWatchCam

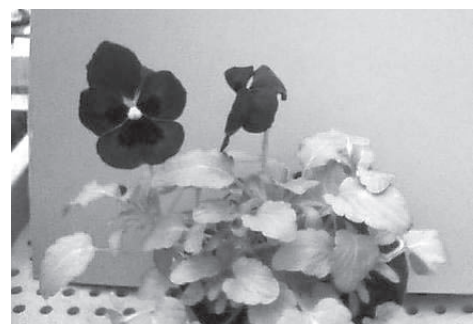
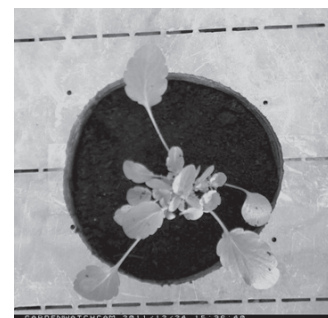


図3 上方・側面から撮影したビオラ生長動画

2. ビオラのアニメーション作成

3DCG を作成する対象として、ビオラ(品種:フルーナミックス;サカタのタネ)を用いた。播種床で育成した苗を、本葉 3 枚程度になった段階で園芸用培養土を入れた 4 号ビニールポットに定植し、観察や生長動画撮影に供した。なお、生長の良い個体は、非常に多くの葉を展開し、多数の花茎を生じるものもあった。しかし、そのような個体を忠実に再現することを目指す、3DCG 作成が繁雑となり、各器官の観察も不十分になることが考えられたため、花茎 1 本でその地上部付近から複数の葉が展開している単純化された植物体 3DCG を作成することとした。

2.1 生長に伴う形態的变化の撮影

ビオラ苗を植え付けたポットを、無加温温室内に固定し、上方、斜め上、側面に設置した微速度撮影装置を用いて、長期間の撮影を行った。撮影は、2010 年秋期から冬期にかけ複数回実施した。撮影には、recolo(キングジム)と GardenWatchCam (Brinno) の 2 機種を用いた(図2)。いずれも電池式の微速度撮影専用機器であり、撮影間隔を設定することも可能(本実験では 1 時間毎に撮影)で、微速度撮影動画が内蔵の記録メディアに保存される。前者は 5 千円程度、後者は 1.5 万円程度の価格であり、後者の方がやや画質に優れる。これらの機器を用いて、小さな苗の段階から花茎の伸長、開花までの 1~3 ヶ月の撮影を行った。図3は、撮影画像の例である。

2.2 植物体 3DCG の作成

作成を担当した学生は、実物のビオラ植物体を観察しながら、また撮影した生長動画で振り返りながら、生育各段階の植物体 3DCG を作成した(図4)。3DCG 作成ソフトウェア Shade については初心者であったが、約 2 ヶ月間で基本的な植物形を描けるようになった。ビオラは地表近くから多くの葉が展開し、開花期には花茎が伸びて、その先に花器が付く形態

を有している。学生は数種類(形・大きさ)の葉、花茎、花弁など多数の 3DCG をパーツとして作成し、それらを組み合わせて 1 個体の 3DCG を作成した。

2.3 モーフィングによるアニメーション作成

植物生長アニメーションを作成する場合、(1)生長段階を少しずつ区切った多数の 3DCG を作成し、それらを“ばらばら漫画”のようにつなぎ合わせる方法と、(2)数少ない 3DCG をもとに画像間の対応点を指定し、ソフトウェアで画像間の変形を埋めるモーフィング技術の利用、の 2 つが考えられる。本実験では、Shade に備わっていたモーフィング機能を利用して、図4に示した 5 生育段階の 3DCG から、ビオラの生長アニメーションを作成した。モーフィングを行うためには、各生育段階の 5 つの植物体の対応点を、細かく設定しておく必要がある。図4に示した単純な植物形でも、約 100 点を対応点として指定した。多くの労力を要す操作ではあるが、学生がこの作業を行うことにより、各葉の出現時期や花茎の伸長時期、開花時期などを、確実に理解することとなる。出来上がったビオラ生長アニメーションは、生育初期には株の根元から葉が次々と出現し、葉面積の拡大を伴いながら葉数を増加させ、株の中心から伸長した花茎が伸びる途中で開花が始まるという、生育期間を通した形態変化をなめらかに再現する動画となった。

3. チューリップのアニメーション作成

描画対象としたチューリップは、2012 年秋に本学二号館前花壇に球根を植え付けた植物体であり、出芽後から開花時まで観察・画像記録を行い、生長アニメーションを作成した。作成過程は前述のビオラとほぼ同様である。出芽直後の草丈数 cm の段階から、開花時までの 6 段階の植物体 3DCG をもとに、モーフィング機能を用いて生長アニメーションを作成した(図5:アニメーション再生の途中で、スクリーンキャプチャしたもの)。各画像の植物体間の対応点

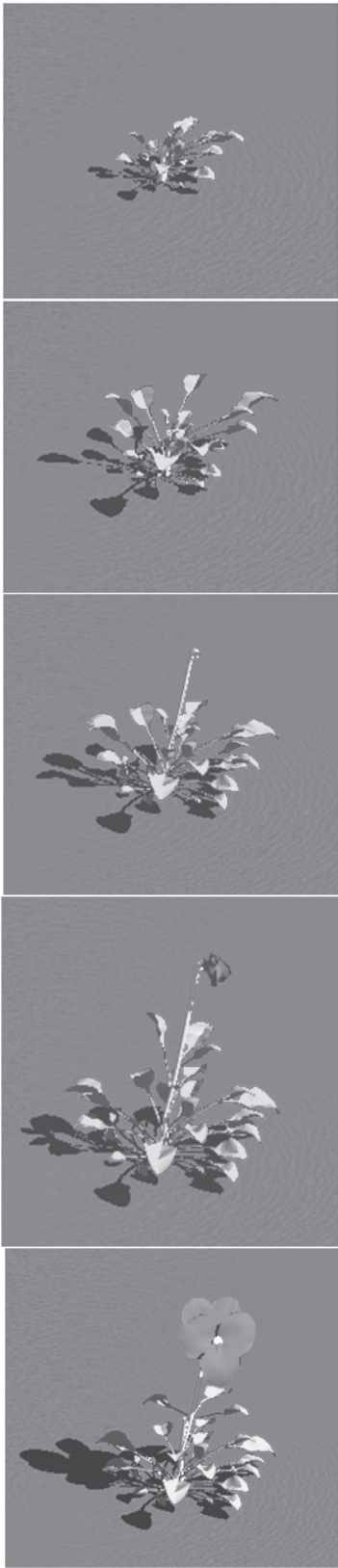


図4 3DCG で描いたビオラの生長段階



図5 チューリップの 3DCG 生長アニメーション



図6 ビオラ 4 個体を描いた
3DCG アニメーション

として、約 90 点を設定した。チューリップの生長アニメーションも、出葉の順序や開花に至るまでの形態変化を実物に近く再現できた。

4. 考察

本論文では、学生が作成したビオラとチューリップの 3DCG 生長アニメーションを紹介した。ソフトウェア使用法の習得から植物の詳細な観察、アニメーションの作成まで、長時間を要す学習であるが、この過程で植物形態に関する多くの知見を得たことを学生自身が感じていた。また、完成した作品を見ると、花器や葉の大まかな形・着生角度のみならず、花卉の枚数・特徴、葉の凹凸など、詳細な形態的特徴まで認識していることがわかる。さらに、生長アニメーション作成の過程で、植物体各器官の形状や発生位置・時期も意識することができ、植物に対する学生の理解がより深まったと思われる。例えば、将来、小学校栽培学習で植物の説明をする際、古い葉の位置と新しい葉の位置を確実に知っていれば、「新しい葉は緑色、古い葉は黄色に近づく」などの発言を、自信を持って行うことができる。

本研究では、詳細な植物形態の観察、特に生長に伴う形態変化を含めた特徴の把握を学生に促す試みとして、植物体 3DCG と生長アニメーションの作成を試みた。これまでの事例は 2 件のみであり、学習効果の定量的な検証はできないが、個々の学生の感想や作品から判断すると、栽培学習における学習法の一つとして価値があると考えられる。今回は市販の 3DCG 作成ソフトウェア“Shade”を用いて描画作業を行ったが、ハードウェア及びソフトウェア(モーフィング機能を備えたフリーあるいは安価な 3DCG 作成ソフトウェアが広く普及する)の環境が整えば、教員養成系学部学生対象の栽培教育関係の授業で十分に活用できると思われる。また、ソフトウェアの操作性が簡便化されれば、中学校における技術科・生物育

成の授業にも適用できるであろう。

この技術の発展として、花色を変化させた複数個体の植物生長アニメーションを同じ画面に表示させることにより、3DCG による花壇の季節変化のシミュレートも可能である(図6)。また、当研究室で取組始めた AR(仮想現実)技術を応用した花壇設計システム[6]のコンテンツとしても利用できる可能性がある。

本論文で紹介した植物生長 3DCG アニメーションを作成する学習方法は、従来の植物スケッチやカメラ撮影などに代わる、将来の栽培学習のツールとして有用であると考えている。

5. 引用文献

- [1] 岡 正明, 八木庸介, 佐々木卓也:三次元草花形状モデルを用いた花壇設計の授業, 宮城教育大学情報処理センター研究紀要, 第 17 号, pp.27-30(2010).
- [2] 岡 正明, 吉岡 伸:3D グラフィックソフトウェアで描いた花壇予想図と栽培実践, 宮城教育大学情報処理センター研究紀要, 第 18 号, pp.41-44(2011).
- [3] 渡邊朋也:仮想植物の作成 2.形態と生長のモデル化 L-studio の利用, 作物の形態研究法-ミクロからマクロまで-, 日本作物学会(2008).
- [4] Oka,M. and Yamauchi,M.:Development of the virtual paddy field system for researching a light-interception efficiency of a rice plant, Proc. of WCCA2006,pp.341-345(2006).
- [5] Oka,M. and Yagi,Y.:Measurement of spatial leaf distribution by using 3D digitizer and evaluation of light receiving efficiency of tomato plant, Proc. of Frutic05,No.78,pp.1-7(2005).
- [6] 岡 正明・佐々木一磨・米山 淳:AR(仮想現実)

を用いた花壇の草花配置を検討する手法の提案,
日本産業技術教育学会第 56 回全国大会講演要
旨集,p.143(2013).

謝辞

本研究は科学研究費補助金(基盤研究(C)
No.24501088)対象研究の一部として行いました。