

アサガオのツルと茎と成長速度

抄 録

アサガオを育てるにあたって支柱が必要になる時期を予測するため、実験を行い、考察することが本研究の目的である。実験は、8個のアサガオを育て、ツルと茎の丈を毎日測定する。そしてロジスティック回帰分析から、支柱が必要になるアサガオの主茎の長さを導き結論とする。本研究の結果より、主茎の長さが24cmを超えると確実に支柱が必要になると分かった。

キーワード：アサガオ，成長速度，ロジスティック回帰分析

1. はじめに

1.1 研究動機

2年生の自由研究(池田，2019)の中で植物を育てたとき、同じ種類の植物でも個体によって成長するスピードが異なった。そして、アニメ「ジョジョの奇妙な冒険」第5部4話の一部分でアサガオが一瞬で成長するシーンから、ツルと茎をもつアサガオがどのように成長するか調べることにした。また、ツル植物と一概に言ってもツルの性質は様々(笠倉，2009)であることを知り、ツル植物であるアサガオの成長速度を明らかにしようと思い、今回の研究テーマとした。

1.2 研究目的

アサガオのツルと茎の成長速度を明らかにし、支柱が必要になる時期を予測する。

2. 基本情報

2.1 アサガオ

学名：Ipomoea nil (アサガオ)，Ipomoea tricolor (ソライロアサガオ)

和名：アサガオ (朝顔)

科名・属名：ヒルガオ科 / サツマイモ属

形態：一年草

草丈：20cm～6m

特徴：アサガオは日本で古くから親しまれている草花であるが、日本原産の植物ではなく、奈良時代に中国から渡来し、薬草として用いられたのが始まり。観賞用として楽しめるようになったのは江戸時代で、大きな花の「大輪アサガオ」や、葉や花がユニークに変化した「変化咲きアサガオ」が大流行。つる性の一年草で、あんどん仕立てやつるを長く伸ばしてカーテンのように仕立てる方法が代表的であるが、つるが伸びない矮性の品種もある。

2.2 ツル植物の特徴

ツル植物は、自立せず他の植物や支柱に絡みつ きながら光を得るために伸びて成長し、自体では直立できず、他の植物や環境に影響され形状が変化する植物である。また、茎全体がほかのものに巻き付き、体を支えて、光合成に有利な高いところに伸びていく植物である。直立植物は、支える茎が丈夫である必要があり、太く丈夫な茎を作るためには、多くの栄養が必要となる。だが、ツル植物は直立する植物と違って茎が細長く丈夫ではない分、栄養を長く伸びることのために使うことができる。そのため、成長が早い。

2.3 回旋運動

ツル植物が物に巻きつくとき、茎の先端が円を描くように先端が回転する運動を回旋運動と呼ぶ。これは側面重力屈性という茎の片側の生長がはやくなる習性によるものであり、回旋運動をしながら巻きつくための支柱を探して伸びていき、何かに当たるとそれに巻き付く。回旋運動は頂芽から数えて節間2つ分で行い、支柱を見つける事が出来なかったツルは、生長を緩め、別のツルに栄養を回す。

2.4 頂芽優勢

優先的に頂芽が生長することを頂芽優勢と呼び、頂芽優勢が現在の頂芽から側芽に移り、その側芽を新たな頂芽とすることを「頂芽優勢を打破した」と呼ぶ。頂芽優勢の打破が起きる理由は2つある。1つはツル植物特有の現象であり、支柱が短すぎて頂芽が先端まで登り切ってしまったときや、風に吹かれてツルが支柱から外れてしまったときなど、巻きつく先が見つからない場合に起こる。このケースで頂芽優勢の打破が起きた場合、その時点での頂芽は生長を止め、代わりに側芽が頂芽となり生長を始める。2つ目は植物全般に共通し、動物に食べられるなどの理由により頂芽を失った場合に起こる。

2.5 ツルと茎の違い

そもそもツルとは、「植物の茎で、細く直立せず、地面をはうか、または他の物に巻き付いたり、巻きひげなどで付着するものの総称」、茎は「葉・根とともに植物を構成する基本器官。先端に生長点があり、内部に維管束をもつ。また、地下茎・ツル・とげなどになるものもある」(コトバンク)。文献調査ではアサガオの主茎のどこまでが茎でどこからがツルなのかはわからなかったが、ツルは茎であるということが分かった。

2.6 植物の成長

成長(植物に対しては「生長」とも書く)は時間に伴うサイズの拡大のこと。サイズとは質量、体積、幹直径、高さ、枝や葉の数を指す。生物の大きさの時間的変化を一般的に表した曲線として成長曲線がある。成長曲線は指数関数、ミッチャーリッヒ関数、ロジスティック関数、リチャーズ関数があげられる。一般的な成長曲線は指数関数を指すことが多い。

3. 研究方法

3.1 実験方法

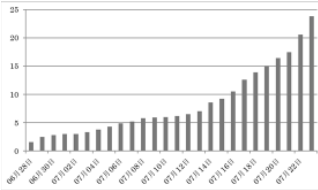
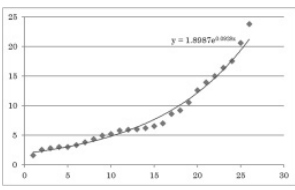
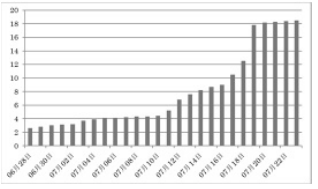
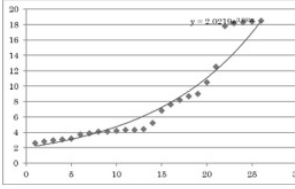
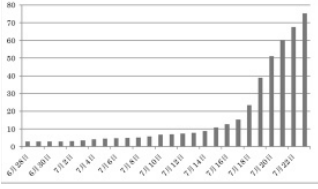
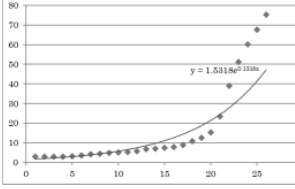
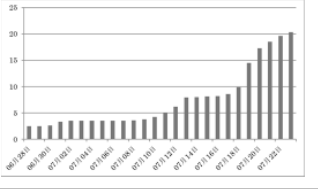
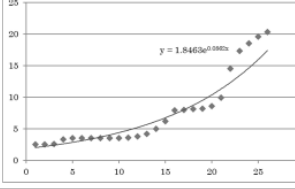
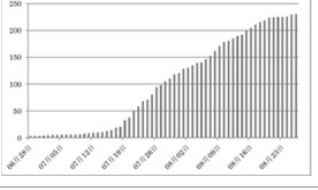
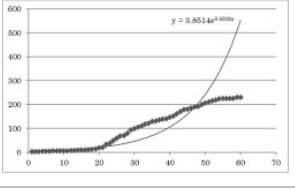
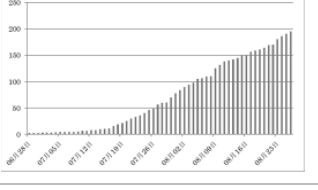
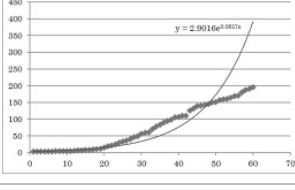
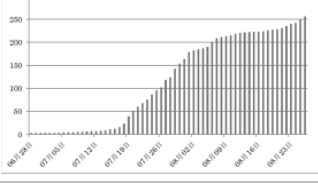
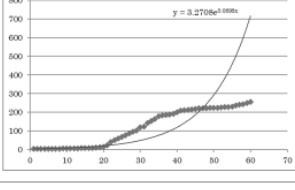
アサガオのツルと茎の成長のようすを知りたかったためアサガオを育てる。準備物はアサガオの種（8個）、支柱（75cm、円柱の形）、やすり、トレイ、キッチンペーパー、プランター。種のまきどきより遅く実験を開始するため、短時間で発芽する方法を行う。種をやすりで傷をつけ、トレイの上に湿らせたキッチンペーパーとともに種を置く。この環境を暗くして一日待つ。次の日、根がでていたらプランターに植え替え一日待つ。この方法で発芽を12日かかるものを3日で行う。発芽した個体（この実験では8個）はそのまま育てる。最初から支柱を立てて、土が乾いているときだけ水をやる。毎日、アサガオの主茎が支柱に巻き付いているかの判断と雨の日など都合が悪い時以外は朝6時に主茎の長さを測る。

3.2 実験結果

個体8個について、基本、8/26で実験を終了する予定だったが、主茎の成長が悪かったものや、枯れたものは7/23で実験を終了した。

表1 アサガオの成長記録

	主茎の長さの棒グラフ	指数関数のグラフ	備考
個体1			8/1 から花が咲いた 8/15 から毎日花が咲いた ～7/23 までのグラフ
個体2			主茎の先端部分が枯れた ～7/23 までのグラフ
個体3			8/5 から花が咲いた 8/23 から花は咲かなくなった ～7/23 までのグラフ
個体4			成長が他の個体よりも著しくない ～7/23 までのグラフ

個体 5			主茎よりも側茎が異常に発達した ～7/23 までのグラフ
個体 6			成長が他の個体よりも著しくない ～7/23 までのグラフ
個体 7			8/1 から花が咲いた 8/22 から花は咲かなかった ～7/23 までのグラフ
個体 8			成長が他の個体よりも著しくない ～7/23 までのグラフ
個体 1			～8/26 までのグラフ
個体 3			～8/26 までのグラフ
個体 7			～8/26 までのグラフ

3.3 分析方法・結果

ロジスティック回帰分析

ロジスティック回帰分析とは、複数の変数から分析を行う「多変量解析」の一種であり、質的確率を予測するものである。結果を説明するために用いられる関係式を導く1948年にアメリカのフラミンガム研究において、複数のリスクファクターが疾患に及ぼす影響を分析するために開発された多変量解析手法である。現在では、医学分野だけでなく、社会学分野でも使用されるようになってきている。今回の統計処理ではMicrosoft Excelを用いて行った。

この分析ではアサガオの主茎の長さ（cm）と支柱を必要とする日数の関係を調べる。目的変数は支柱0が「アサガオが支柱に巻き付いていない」、1が「アサガオが支柱に巻き付き、必要としている」を示す。説明変数は定数項（0）、長さ（アサガオの主茎の長さ）とする。交絡になりうる因子は育てた時の日数と考え、ロジスティック回帰で調整して考えた。

支柱の有無を予測する次のようなロジスティックモデルを作成する。

$$(\text{支柱を必要とする確率}) = \beta_0 + \beta_1 \times (\text{アサガオの主茎の長さ}) \quad \text{--- ①}$$

β_0 は定数項の偏回帰係数、 β_1 は主茎の長さの偏回帰係数を示す。

元のデータより、推定値（データごとに $y=1$ となる確率の推定値）、データごとの対数尤度（データ1つの対数尤度）、対数尤度（対数尤度の総和をマイナス2倍）、偏回帰係数（重回帰分析モデルの回帰係数）を求め、①式を求める。

分析の結果として、 $\beta_0=0$ 、 $\beta_1=0.042889 \cdots \approx 0.0478$ となった。

3.4 考察

種の発芽を7日～12日かかるものを3日で行えたことから、発芽は早めることができる。しかし、個体8個中5個は成長が著しくないなど、少し問題のあるアサガオとなった。

ツルと茎の成長のグラフより、花が咲く前までは指数関数的なグラフとなり、花が咲いた後は指数関数的なグラフではなかった。また、花が咲くと主茎の成長は穏やかになることから栄養が開花のために使われたと考えられる。

分析結果より

$$(\text{支柱を必要とする確率} \%) = 0 + 4.278 \times (\text{アサガオの主茎の長さ})$$

この関係式から、支柱を必要とする確率は100%以上であるから、

$$100 \leq 4.278 \times (\text{アサガオの主茎の長さ})$$

$$\Leftrightarrow (\text{アサガオの主茎の長さ}) \geq 23.375 \cdots$$

ゆえに、アサガオの主茎の長さが24cm（整数値）を超えてくると支柱の支えが必要になると考えられる。

4. 結論

4.1 本研究のまとめ

ツル植物の成長は一般的な植物の成長のグラフ、指数関数的に増加することが分かった。また、アサガオに曲がるきっかけを与えないと主茎成長が止まってしまうことから支柱は必要不可欠なものである。支柱は主茎が24cmを超えると確実に必要である。

4.2 今後の課題

今年の自由研究の期間は今までよりも短く、発芽の期間を短縮するという方法を行った。また、実験で使った支柱は75cmの円柱の形をしたものである。これら以外の方法でアサガオを育てたときに支柱が必要になる時期や、誰が育ててもより正確に予測できるようにしたい。そして、植物を育てるときに背丈を測ってから支柱を立てる人は少ないと思うのでより実践的に研究を行うことが必要である。

参考文献

- 池田奈央（2019）「寒暖差による花の色の変化」 大阪教育大学附属天王寺中学校
自由研究
- 大林 準（2016）「ロジスティック分析と傾向スコア（propensity score）解析」 天理
よろづ相談所 天理医学紀要第19巻第2号
- 笠倉 修（2009）「生長過程を考慮したツル植物の自動生成の研究」 メディア学部
ゲームサイエンスプロジェクト論文
- 斎藤百合子（2013）「バスケットボール競技におけるゲーム分析の指標に関する事例研
究ーロジスティック回帰分析を用いてー」 早稲田大学 大学院スポーツ科学研究
科 スポーツ科学専攻 コーチング科学研究領域 修士論文
- 統計web Excelの機能だけでロジスティック回帰分析を実行する方法
<https://bellcurve.jp/statistics/blog/8607.html>（2020年11月29日）
- 長嶋寿江（2009）「植物のサイズと成長；成長解析」 北海道大学
ニッセイ基礎研究所 統計分析を理解しようーロジスティック回帰分析の概要ー
<https://www.nli-research.co.jp/report/detail/id=62065?site=nli>（2020年
11月29日）
- 古屋由紀子（2005）「3DCGにおけるツル植物生成に関する研究」 東京工科大学学士
論文