

チューリップの撮影画像による病気判定

機械情報システム課 金森直希 釣谷浩之

1. 緒言

チューリップは富山県の県花であり、その球根は県内の花き類における主要な生産品目である。海外産の安価な球根が日本市場を席巻する昨今、富山県および県内の生産者らは、県内産チューリップ球根の競争力を高めるべく、新品種の開発および生産工程の機械化による生産性の向上に取り組んできた。しかし、球根の出荷量および商品の信頼性を低下させる大きな要因となるウィルス感染株の早期発見・早期対処（抜き取りまたは薬剤散布）の作業は、高頻度で圃場を巡回しながら目視診断と手作業を行う熟練農家に頼っている。そこで、本研究では、この工程の機械化を見据え、デジカメ撮影したチューリップ画像から対象のウィルス病に罹患しているか否かを判定するソフトウェアプログラムを試作した。

2. 対象とするチューリップ品種およびウィルス病

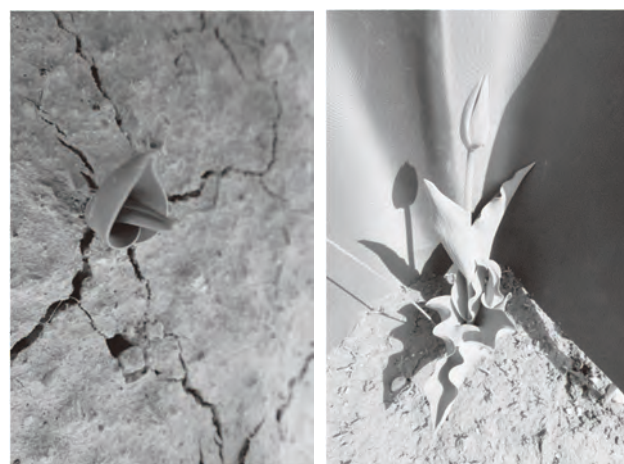
チューリップ球根の生産に大きな影響を及ぼすウィルス病は、周囲に伝染する性質がある。罹患した株が発見されると、周辺の株を損失するだけでなく、周辺の土壌も汚染されるため長期間チューリップ栽培には適さなくなるとされている²⁾。球根生産用のチューリップは、国内においては、密集栽培されていることが多く、一度感染が発生すると長期間に渡って多大な影響を及ぼす。そこで、これらのウィルス感染による株の外観上の変化を、株ができるだけ若い時期に撮影したカメラ画像から検知することを目指す。ここでは、富山県の登録品種であり生産数が非常に多く開花前の目視判定が難しいとされている「黄小町」のモザイク病（TulMV）、微斑モザイク病（TMMMV）、およびユリ潜在ウィルス（LSV）を対象とした。

3. 教師画像群の作成

試験圃場で露地栽培中のチューリップを、市販のコンパクトデジタルカメラを使ってオートフォーカス設定で連射撮影し、JPEG 画像として記録した。撮影対象の株の植え付け日はすべて 2017 年 11 月 1 日であった。図 1 は、同一の健全株を経時的に撮影した画像例である。すべての撮影画像に対して前処理を行った後、血清学的手法によるウィルス検定³⁾の結果をラベルとして付与した。すなわち、対象のウィルスに感染して罹患しているか否かが既知である画像群を作成した。表 1 は、画像群に登録された画像枚数を株の日齢ごとに示したものである。

4. 判別器の作成・評価手順

表 1 の株の日齢ごとに、それぞれのウィルス罹患株であるか健全株であるかを判定する 2 クラス判別器を作成した。画像上に現れる各々のウィルス病に特有の特徴を抽出するために、事前学習済の畳み込みニューラルネッ



(a) 133 days old

(b) 160 days old



(c) 188 days old

(d) 216 days old

Fig. 1 Image example which photographed one healthy tulip sequentially

Table 1 Number of registered tulip images

株の日齢	モザイク病	微斑モザイク病	ユリ潜在ウィルス	健全
133	714	1,164	1,344	16,170
146	786	2,208	1,614	22,404
160	306	900	480	7,710
167	822	2,088	1,464	23,340
173	462	1,488	1,032	15,490
188	528	0	612	7,086
191	384	2,250	666	13,974
204	870	2,718	1,668	24,372
216	696	1,662	594	16,602

トワーク AlexNet⁴⁾を用いた。判別器の作成・評価の手順は、(1) 画像群に登録した画像から無作為に 70%を抽出して教師用とし残りの 30%を判別器の評価用とし、(2) 教師用データセットを AlexNet へ入力して学習させ、(3) AlexNet の fc7 層の出力が画像のラベルと合致するように SVM (サポートベクタマシン) 判別器を学習させ、(4) 評価用データセットを AlexNet へ入力して fc7 層の出力を判別器へ入力し、(5) 判別器の出力を得る、というものである。以上の手順を 100 回繰り返して、判別器の平均的な能力を評価した。

5. 判別器の評価結果

判別器の評価結果を表 2 に示す。例えば、日齢が 133 日の株のモザイク病については、ウイルス検定で罹患していると判断された株(罹患株)の 99.743%を正しく判定し、残る 0.257%を健全であると誤判定したことを示している。同様に、健全株については、90.425%を正しく判定し、残る 9.575%を誤判定したことを示している。株の日齢が 146 日より若い場合、正答率が相対的に低くなった。

今回の試行では高い正答率のものが多くみられたが、

(1) それぞれのウイルス病に対して罹患株であるか健全株であるかの判別 (2 クラス判別) 結果であること、(2) 撮影状況 (背景、天候、被写体までの距離など) が似通っていること、(3) すべての画像が 1 つのデジタルカメラで同じ設定値で撮影したものであること、(4) ひとつの品種で試行したものであることなどを踏まえ、今後、判別器の性能やロバスト性の検証をより慎重に行いながら、実用化に近づけていく必要がある。

謝辞

本研究の推進に当たり、富山県農林水産総合技術センター園芸研究所に多大な協力を頂きました。ここに謝意を表します。

キーワード：チューリップ、画像、ニューラルネットワーク、病株、判別

Disease Judgment of Tulip Based on Camera Image

Mechanics and Digital Engineering Section; Naoki KANAMORI and Hiroyuki TSURITANI

Tulip is a prefectural flower in Toyama Prefecture, and its bulb is a major product in the prefecture. In cultivation of tulip bulbs, it is very important to quickly discover and eliminate abnormal appearance due to virus disease. An algorithm was prototyped to determine if the input tulip image is a virus-affected strain. As a result of examining the performance of the classifier, high differentiation performance was obtained. It was found that creating classifiers according to tulip growth and virus type leads to improved performance.

Table 2 Evaluation result of classifier (unit : %)

株 の 日 齢	ウィ ル ス 検 定 結 果	モザイク病		微斑 モザイク病		ユリ潜在 ウイルス	
		判定結果		判定結果		判定結果	
		罹患	健全	罹患	健全	罹患	健全
133	罹患	99.743	0.257	70.23	29.77	95.25	4.75
	健全	9.575	90.425	3.10	96.90	31.66	68.34
146	罹患	99.656	0.344	66.76	33.24	97.93	2.07
	健全	13.000	87.000	9.14	90.86	21.10	78.91
160	罹患	99.973	0.027	99.16	0.84	99.93	0.07
	健全	0.011	99.89	0.14	99.86	3.03	96.97
167	罹患	99.982	0.018	95.32	4.68	99.86	0.14
	健全	1.251	98.749	0.38	99.62	2.67	97.33
173	罹患	99.998	0.002	98.03	1.97	99.93	0.07
	健全	0.079	99.921	0.12	99.88	1.96	98.04
188	罹患	99.978	0.022	画像なし (撮影せず)		99.997	0.003
	健全	0.247	99.753			0.353	99.647
191	罹患	99.996	0.004	98.28	1.72	99.995	0.005
	健全	0.270	99.730	0.23	99.77	0.405	99.595
204	罹患	99.982	0.018	97.42	2.58	99.948	0.052
	健全	0.490	99.510	0.24	99.76	0.960	99.040
216	罹患	99.980	0.020	97.23	2.77	99.969	0.031
	健全	0.703	99.297	0.18	99.82	0.865	99.135

参考文献

- 1) 富山県が育成した品種: http://www.pref.toyama.jp/cm_s_sec/1613/kj00014132-005-01.html.
- 2) 富山県農林水産総合技術センター園芸研究所: <http://www.pref.toyama.jp/branches/1661/ennken/database/symptomdatabase/manualV1.pdf>.
- 3) 守川 他: 北陸病害虫研究会報, **43** (1995) 17-24.
- 4) A. Krizhevsky *et.al.*: *Advances in neural information processing systems* (2012) 1-9.