

養液土耕栽培でサツマイモを栽培することで「アク」の少ない サツマイモを栽培することができるか？

生物資源科学部 生物環境科学科
1年 青木 穂香

生物資源科学部 応用生物科学科
1年 佐藤 友梨

指導教員 生物資源科学部 生物生産科学科
教授 小川敦史

生物資源科学部 生物生産科学科
特任助教 豊福恭子

【背景と目的】

サツマイモにはアクがあり、その主成分であるクロロゲン酸はストレスや害虫から守るために存在するとされている。アクは食べても体に悪い影響ないが、見た目が黒くなってしまうたり、渋みや苦味を感じてしまう原因にもなっている。そこでサツマイモをストレスや害虫などが少ない養液土耕栽培（半水耕栽培）することでアクの主成分であるクロロゲン酸含有量を栽培学的に減らすことができないかと考えた。そこで本研究ではサツマイモを半水耕栽培で栽培し、土耕栽培で栽培した物と比較して成長や「アク」の原因になっているクロロゲン酸含有量に違いが生じるかどうかについて検討することを目的とした。

【材料と方法】

供試品種として、サツマイモ (*Ipomoea batatas*, 品種 ; ベニアズマ) を用い、通常
の土耕栽培と養液土耕栽培によって栽培
した。養液土耕の栽培装置には「おうちの
やさい菜園キット」を使用した。この装置
は右の図 1 に示すように装置上部に砂利
状のボラ土があり、下部入れた養液が上
部に浸透することで植物が養分を吸収し
生育する。土耕栽培はプランターに園芸
用培土を充填して栽培した。水耕液には
ハイポニカ A 液および B 液 (協和株式
会社) の 500 倍希釈液を用い、両栽培区
に定植後 3 回施肥した。灌水は随時行
った。2023 年 5 月

29 日に両栽培区に定植し、秋田県立大学
実験圃場内で栽培を行い、10 月 24 日に
収穫した。栽培期間中の 8 月 8 日に、
サーモカメラ (Flir C3, FLIR Systems,
Wilsonville, OR., USA) を用いて、両
栽培区の表面温度を計測した。収穫時に
、各栽培区のサツマイモの個数ならびに
各芋の重量を測定した。

各種クロロゲン酸の測定は、栽培した
サツマイモ以外に市販のサツマイモでも
行った。クロロゲン酸含有率の測定のため
に、芋を凍結乾燥し粉碎した。粉碎した
サンプルに 1% ギ酸含有アセトニトリル
を加えよく振盪し、遠心分離後、上澄み
をフィルターに通し、各種クロロゲン酸の
含有率の測定に用いた。各種クロロゲン酸
の含有率は、LC/MS/MS システム (HPLC;
Ultimate 3000 (Thermo



図 1 養液土耕装置の概要

Fisher Scientific, Waltham, MA, USA); Column, Inert Sustain C18 3 μm column (50 mm \times 2.1 mm, GL Science, Tokyo, Japan); MS, TSQ QUANTUM ULTRA (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) を用いて行った。カラム温度は35°Cに保った。HPLCの移動相の種類とグラジエント溶出条件は表1に示した。移動相の流速は0.2 mL min^{-1} であった。サンプルの注入量は1 μL であった。オートサンプラーのコンパートメントは5°Cに保温された。検出はネガティブモードで行った。各物質の検出条件は表2に示した。

表1 各種クロロゲン酸分離のための逆相HPLCグラジエント溶出プログラム

Time (min)	Flow rate (mL min^{-1})	0.1%ギ酸水溶液 (v/v)	メタノール
0	0.2	95	5
20	0.2	40	60
30	0.2	0	100

表2 各種クロロゲン酸の検出のためのパラメーター

クロロゲン酸類	Precursor ion (m/z)	Quantifier ion (m/z)	Collision energy (V)	Tube lens offset (eV)
3-カフェオイルキナ酸 (3-CQA)	353	191	20	80
5-カフェオイルキナ酸 (5-CQA)	353	191	20	80
4-カフェオイルキナ酸 (4-CQA)	353	173	20	80
3-フェルロイルキナ酸 (3-FQA)	367	193	15	80
5-フェルロイルキナ酸 (5-FQA)	367	191	15	80
4-フェルロイルキナ酸 (4-FQA)	367	173	15	80
3,5-ジカフェオイルキナ酸 (3,5-DCQA)	515	353	20	120
3,4-ジカフェオイルキナ酸 (3,4-DCQA)	515	353	20	120
4,5-ジカフェオイルキナ酸 (4,5-DCQA)	515	353	20	120

【結果と考察】

図2に栽培時の両栽培区のサーモカメラでの撮影画像を示した。この時の気温が36°Cであったのに対し、各栽培区において画像中の白四角で囲んだ範囲の平均温度は、土耕栽培で34.9°C、養液土耕栽培で30.6°Cであった。この結果より養液土耕栽培のほうが活発に蒸散を行っていることを示しており、その結果活発に光合成を行っていることが示唆された。さらに土耕栽培と比較して養液土耕栽培は栽培機器が軽量であり、気温を下げる事が可能であるため、サツマイモの養液土耕栽培は屋上緑化に用いることができるのではないかと考えられた。

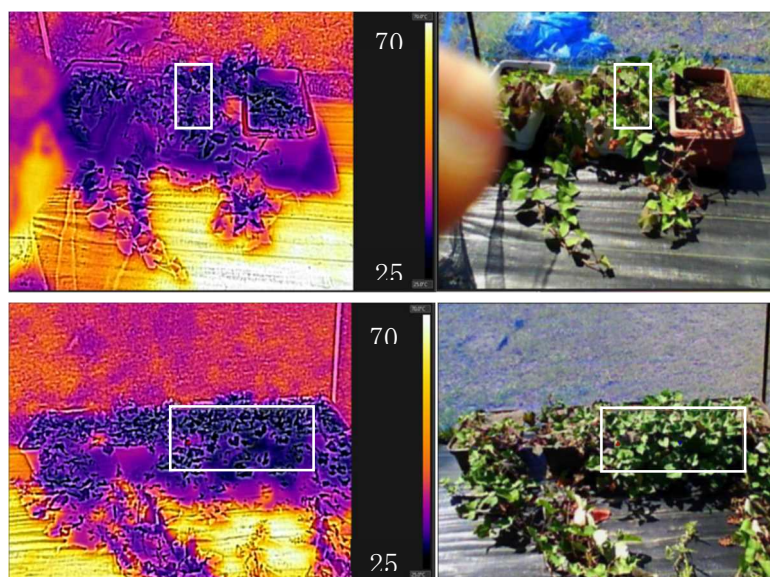


図2 土耕栽培（上）と養液土耕栽培（下）におけるサーモカメラによる温度測定画像（左）と可視光撮影画像（右）。白い四角は温度測定範囲を示す。

表3に土耕栽培と養液土耕栽培の1株あたりの個数と芋1個あたりの重量を示した。土耕栽培と養液土耕栽培を比較すると1株あたりの個数に差はないが、芋1個あたりの重量は養液土耕栽培のほうが土耕栽培より2.7倍重かった。



図4 収穫時の写真

表3 各栽培方法における収穫時の個数と一個当たりの重さの違い

	土耕栽培	養液土耕栽培
1株当たりの個数	6.3	6.0
1個当たりの重さ(g)	57.7	155.6 ***

***は0.1%水準で有意差があることを示す。

表4に土耕栽培と養液土耕栽培の2つの栽培方法におけるサツマイモ乾物量1mg当たりのクロロゲン酸含有量を示した。この結果より、5-フェルロイルキナ酸は土耕栽培と溶液土耕栽培で含有量にあまり差は無く、3-カフェオイルキナ酸も大きな差は無いことが分かる。しかし、5-カフェオイルキナ酸、3,5-ジカフェオイルキナ酸、3,4-ジカフェオイルキナ酸、4,5-ジカフェオイルキナ酸の4つのクロロゲン酸では土耕栽培で栽培したサツマイモよりも養液土耕栽培で栽培したサツマイモの方に多く含まれていることが分かった。クロロゲン酸はポリフェノールの一種であるため、植物が光合成を行うときに作られる物質である。そのため、養液土耕栽培で栽培したサツマイモの方が活発に光合成を行っていたのではないかと考えられる。また、光合成を活発に行うことで糖が土耕栽培で栽培したものよりも多く合成されて養液土耕栽培で栽培したサツマイモの方が1個当たりの重さが重くなったと考えられる。また、図2のサーモカメラでの撮影画像より、養液土耕栽培で栽培することにより、蒸散が活発に行われ、それにより根からの水分や養分の吸収が活発になり土耕栽培の場合より効率よく養分を吸収し、成長することができたのではないかと考えられる。

表4 各栽培方法における乾物重1mgあたりの含有量(area/mg 乾物重)

	土耕栽培	養液土耕栽培
3-カフェオイルキナ酸	3878	5115
5-カフェオイルキナ酸	81155	187409 ***
5-フェルロイルキナ酸	8819	8902
3,5-ジカフェオイルキナ酸	10909	20098 *
3,4-ジカフェオイルキナ酸	130050	370011
4,5-ジカフェオイルキナ酸	8421	22447 ***

*, **, ***は両栽培区間にそれぞれ5, 1, 0.1%水準で有意差があることを示す。

表5に市販の芋の品種の違いによる乾物量1mg当たりのクロロゲン酸含有量の差異を示した。これより、品種によって含まれるクロロゲン酸の種類に違いがあることが分かった。表5の数値より本研究で分析した5種のサツマイモの中ではひなたスイートが3-カフェオイルキナ酸と5-フェルロイルキナ酸のみ紅はるかより少ないが他の4種のクロロゲン酸すべてが他の4種のサツマイモよりも多く含まれているため、ひなたスイートが最も多くクロロゲン酸を含んでいるのではないかと

と考えられる。

クロロゲン酸は血糖値の上昇を抑える効果や活性酸素の発生や働きを抑える抗酸化作用、アンチエイジング効果、抗がん作用があると言われている。さらに、脂肪が体に吸収されるのを抑制する効果があるとも言われている。そのため、養液土耕栽培で栽培したサツマイモの方がより健康によい効果があると言えるのではないかと考えた。

表5 市販されている芋品種の違いによる乾物重1mgあたりの含有量の差異(area/mg 乾物重)

	ひなたスイート	紅はるか	葵はるか	紅ほつくり	宮崎紅
3-カフェオイルキナ酸	233	268	0	31	195
5-カフェオイルキナ酸	74759	44799	34201	13736	28966
5-フェルロイルキナ酸	2394	3477	2754	630	710
3,5-ジカフェオイルキナ酸	8755	6868	3941	2131	3954
3,4-ジカフェオイルキナ酸	84164	36228	37566	14972	28717
4,5-ジカフェオイルキナ酸	14475	6690	3813	3229	7263

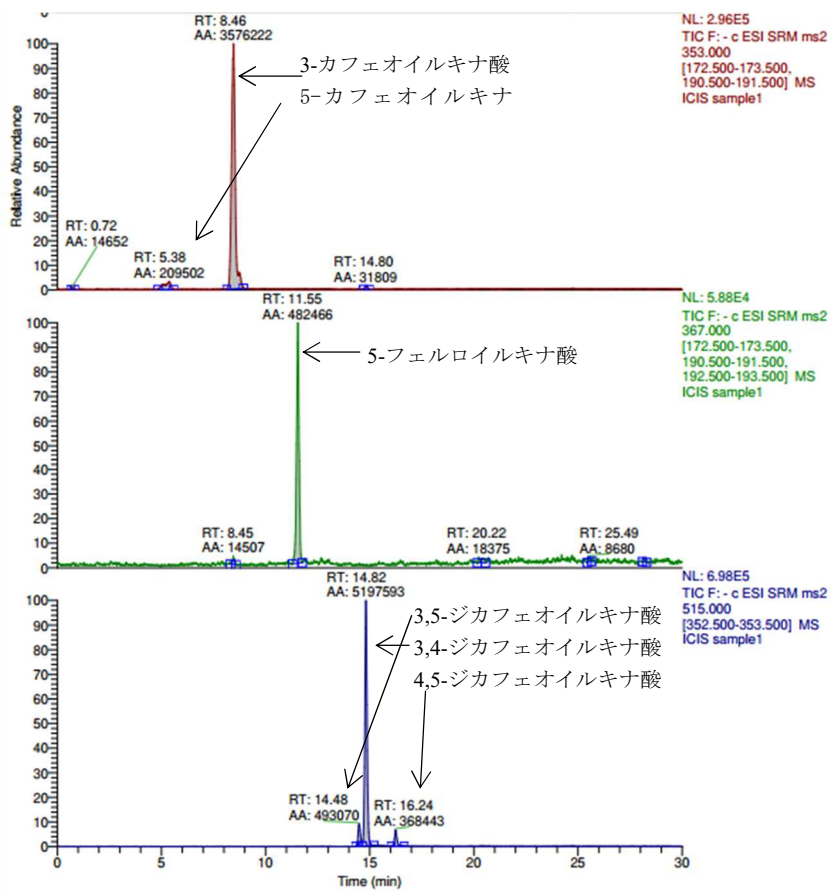


図3 LCMSMSを用いた各種クロロゲン酸の分析におけるクロマトグラム

実際にサツマイモを食べた際、土耕栽培で栽培したサツマイモの方が養液土耕栽培で栽培したサツマイモより甘みがあった。これより、クロロゲン酸含有量が多かった養液土耕栽培で栽培したサツマイモの方がクロロゲン酸の影響を受け、甘みを感じにくかったのではないかと考えた。しかし、養液土耕栽培でも十分にサツマイモを栽培することができ、屋上緑化に利用できる可能性があることから養液土耕栽培でのサツマイモの栽培は有用であると考えられた。しかし、養液土耕栽培でサツマイモのクロロゲン酸の含有量を減らすことは難しいと考えられる。

参考文献

[クロロゲン酸 | 効果や副作用、コーヒーから賢く摂取する方法 - カフェルテ \(cafelte.com\)](http://cafelte.com)