

# 東京式養液栽培におけるトマトの肥料三要素成分適正範囲

[平成 30～令和 3 年度]

坂本浩介・近松誠也・柴田彩有美  
(生産環境科)

---

【要 約】東京エコポニックによるトマト栽培では、pH 上昇対策として硝酸態窒素で 100ppm、リン酸で 240ppm まで添加しても良好に生育する。一方、ヤシガラに多く含まれるカリは、アク抜きや苦土・石灰添加による塩基バランスの補正が必要である。

---

## 【目 的】

東京式養液栽培（東京エコポニック®）は、ヤシガラ培地を用いた廃液が出ない閉鎖型であり、少ない設備投資で導入できるため規模の小さい東京農業に適合した栽培方式である。今後はより多様な栽培施設への導入が想定されるため、養液栽培の多いトマトを対象とし、ヤシガラ培地の特性を把握するとともに、培地中の成分や培養液組成を変化させた場合の生育への影響を調査し、生産者への普及に向けた基礎資料とする。

## 【成果の概要】

### 1. 培地の特性把握

- (1) ヤシガラの物理性：保水性を東京エコポニックの標準品であるココユーキや市販のヤシガラと比較すると、粒径が細かいほど高くなり、同じ粒径ならば堆積処理されて販売されたもののほうが高かった(表 1)。ココユーキを使用すると、東京エコポニックのヤシガラ培地槽 1 区画あたりの圃場容水量は約 26.6L となる。また、栽培を続けることでヤシガラの圃場容水量が上昇して保水性は上昇するが、初期しおれ点や永久しおれ点といった乾燥時の保水量は変化しなかった(図 1)。
- (2) ヤシガラの化学性：あく抜き処理品は EC、可給態リン酸、交換性カリ・ナトリウムが低い傾向にあった。交換性石灰や苦土よりも交換性カリが高く、塩基バランスが崩れているため、あく抜きや石灰・苦土を添加する補正が必要なものも見受けられた。保肥力を示す CEC は粒径が粗いものほど低かった(表 2)。ヤシガラに含まれる水溶性カリ、ナトリウムは、50～100mg/g 程度で概ね溶出されることから、水で余分な成分を洗浄できることが確認された。養液栽培では EC で培養液投入量が制御され、一定の組成の成分が供給される。成分ごとに吸着されやすさを調べると、石灰、苦土が吸着されなくなる液肥を加えても、カリは半分程度が吸着され続けることが確認された(図 2)。

### 2. 肥料三要素による生理障害発生条件の検討

- (1) 窒素の検証：養液栽培の原水には井水が利用されることが多く、含有される硝酸態窒素の影響で設定以上の窒素が供給される場合がある。また、硝酸は培養液の pH 降下剤として使用される場合もある。培養液へ硝酸態窒素で 100ppm 添加しても生育に影響はなく、200ppm 添加すると収量は低下した(表 3)。また、貯留液に添加すると、培養液に同じ濃度の硝酸態窒素を添加する場合と較べて、収量低下が大きくなるとともに、作物体や培地中の成分に影響を与えた(データ省略)。
- (2) リン酸の検証：培地や貯留液の pH が上昇した際に、pH 降下剤としてリン酸を添加

する場合がある。大塚A処方の3.0倍濃度になるようにリン酸液を添加した培養液を用いると、収量が上昇し、尻腐れ果が減少した(表4)。標準量に比べ植物体中のリン含量が増加するとともに、カリウム吸収が抑制され、カルシウム吸収が促進されていた(データ省略)。

(3) カリの検証：トマトの東京エコポニック栽培では、ヤシガラ中の交換性カリと塩基バランスをとるため、栽培開始時に苦土石灰を混和している。栽培開始時の苦土石灰の混和量を変えて生育およびカリウム吸収に与える影響を調査したところ、450g/区画で最も収量が高くなったが、尻腐れ果の減少効果は少なかった(データ省略)。また、栽培後のヤシガラ培地からは、混和された苦土石灰の多くが流亡していたが、培地中の交換性カリも吸収もしくは溶出により減少するため、石灰：苦土：カリのバランスは改善していた(表5)。

### 3. 普及センターでの診断に向けた分析手法の検証

ヤシガラの分析手法を検討するため、振とう抽出時の固液比を確認した。固液比を変え、EC・pHを測定したところ、pHの値は一定であったが(図3)、ECではそれぞれの固液比の数値を1:50と比較すると、5:50では3.1倍、3:50では2.3倍、0.5:50では0.6倍となった。単純に希釈率で比較はできないが、固体の比率が上がると抽出しきれないことが示唆されたことから、1:50程度が適切と判断した(図4)。

### 4. トマト東京エコポニック栽培の肥料三要素について検証し、以下の点を明らかにした。

①窒素：培養液に硝酸態窒素100ppmを添加しても良好に生育したことから、原水の硝酸態窒素が0~100ppmならば培養液濃度を補正する必要はない。

②リン酸：大塚A処方の3.0倍濃度の360ppmで収量が増加し、リン酸過剰障害がみられなかったことから、標準濃度の培養液にpH調整のためリン酸液を240ppmまで添加しても生育に問題ない。

③カリ：製品によってばらつきはあるもののヤシガラ由来の交換性カリによる塩基バランスの崩れが問題となる。事前のあく抜きや苦土石灰施用によって修正する必要がある。

#### 【残された課題・成果の活用・留意点】

1. ヤシガラによる養液栽培ではヤシガラ由来の成分溶出に考慮する必要がある。土壌診断でのヤシガラ分析手法に関しては、今後手法を確立していく。

#### 【具体的なデータ】

表1 粒径、堆積処理によるヤシガラの物理性の違い(色付き部分は堆積処理有)

粒径	三相分布 (圃場含水量時)			有効水分 (%) pF1.5-2.7	仮比重	最大 含水量 pF0	圃場 含水量 pF1.5	毛管連絡 切断点 pF2.7	初期 しおれ点 pF3.8	永久 しおれ点 pF4.2
	気相	固相	液相							
標準 (6mm以下)	54.4	4.3	41.3	4.0	0.069	95.7	41.3	37.3	18.6	13.3
2mm以下	40.5	9.0	50.5	10.0	0.138	91.0	50.5	40.5	24.1	19.6
3mm以下	51.6	7.2	41.3	7.1	0.093	92.8	41.3	34.2	20.1	15.2
6mm以下	45.3	7.3	47.4	6.7	0.105	92.7	47.4	40.7	24.7	19.2
6mm以下	53.0	4.8	42.1	7.9	0.074	95.2	42.1	34.2	16.5	12.1
5mm角+ 粉+繊維	68.4	3.6	28.1	0.6	0.072	96.4	28.1	27.5	14.5	11.2
5mm角	61.4	3.3	35.4	3.2	0.077	96.7	35.4	32.1	15.5	11.7
10mm角	62.5	4.8	32.7	0.5	0.075	95.2	32.7	32.2	18.6	13.6

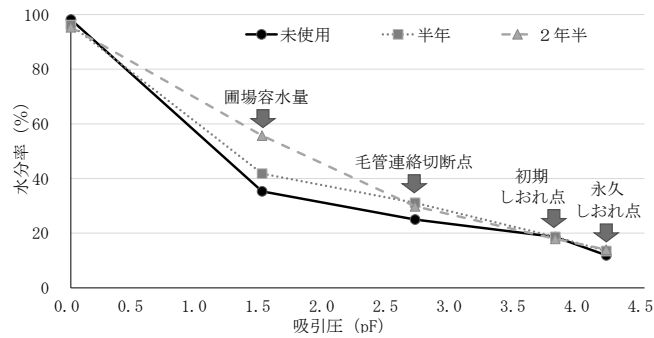
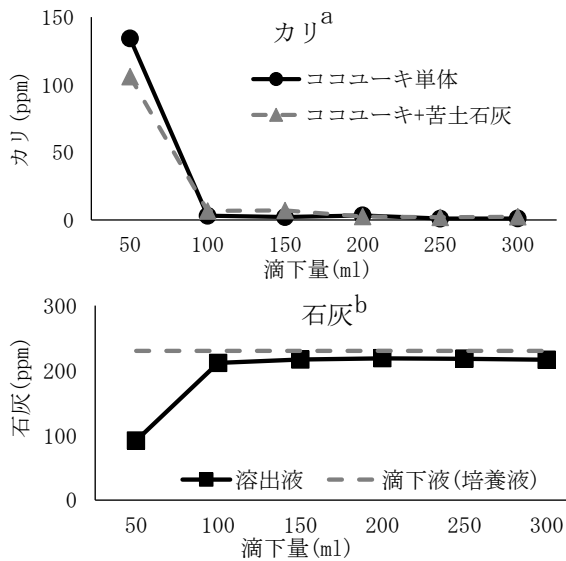


図1 ココユーキの使用期間が pF-水分曲線に与える影響

表2 粒径, 堆積処理によるヤシガラの化学性の違い (色付き部分はあく抜き処理有)

粒径	C (%)	N (%)	pH (H <sub>2</sub> O)	EC (mS/cm)	可給態リン酸 (mg/100g)	交換性石灰 (mg/100g)	交換性苦土 (mg/100g)	交換性カリ (mg/100g)	交換性ナリウム (mg/100g)	CEC (meq/100g)	塩基飽和度 (%)
標準 (6mm以下)	44.2	0.76	5.60	1.04	58.8	226.4	193.8	1690.7	483.1	213.5	32.5
2mm以下	42.9	1.08	5.27	0.48	7.4	537.1	383.4	596.6	253.1	214.5	27.9
3mm以下	46.5	0.95	4.64	1.85	18.1	344.7	199.2	1292.2	353.4	242.2	25.3
6mm以下	47.1	1.01	5.36	0.39	4.0	398.5	324.8	834.4	284.4	222.5	25.8
6mm以下	47.9	0.75	5.83	4.92	99.6	286.0	183.7	2269.3	536.8	252.1	33.7
5mm角+粉+繊維	51.8	0.70	6.04	0.36	11.6	126.8	101.4	481.3	141.2	155.8	15.8
5mm角	51.8	0.69	5.73	0.89	37.8	107.6	117.3	786.8	228.0	198.0	17.1
10mm角	49.4	0.74	5.64	0.38	47.3	62.8	121.2	1581.1	529.9	149.6	39.4



a) ココユーキ単体もしくは苦土石灰を混合した後カラムに充填し, 上から純水を滴下した際に溶出される量を調査  
 b) 苦土石灰を混合したココユーキを充填したカラムに培養液を滴下して溶出される量を調査

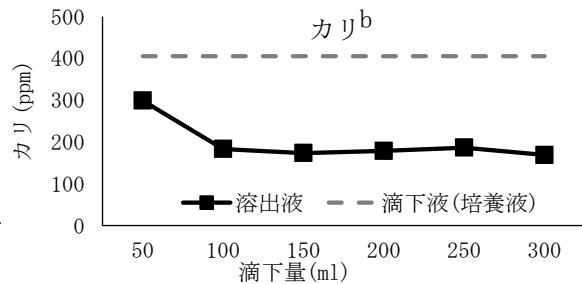


図2 カラム試験による純水や培養液の滴下量と抽出液成分の関係

表3 培養液・貯留液への硝酸添加が培養液, トマト生育に与える影響

処理内容	硝酸態窒素の添加量		培養液の成分			収量 (kg)	収穫個数 (個)	平均果重 (g)	尻腐れ果数 (個)	乾全重 (g/株)
	培養液 (ppm)	貯留液 (ppm)	硝酸態窒素 (ppm)	EC (mS/cm)	pH					
標準	0	0	233	2.50	3.72	3.31	23.4	141.3	0.6	104.0
培養液添加	100	0	333	6.07	2.35	3.42	23.1	147.8	1.1	125.4
	200	0	433	9.18	1.99	2.54	18.7	136.0	2.1	130.8
貯留液添加	0	100	233	2.50	3.72	2.22	21.1	105.1	2.7	88.9
	0	200	233	2.50	3.72	2.11	21.4	98.2	2.1	94.8

表4 リン酸の添加による培養液の変化と収量への影響

試験区	設定リン酸濃度 (ppm)	EC (mS/cm)	pH	収量 (kg/株)	収穫個数 (個/株)	平均果重 (g)	尻腐れ果 (個/株)
標準	120	2.36	3.84	1.6	18.4	87.1	6.1
1.5倍	180	2.57	3.16	1.7	19.2	88.2	7.4
2.0倍	240	2.84	2.90	1.7	18.7	89.1	7.8
2.5倍	300	3.03	2.76	1.3	15.9	84.1	10.8
3.0倍	360	3.17	2.69	3.2	22.0	146.4	1.7
3.5倍	420	3.41	2.58	2.6	22.2	117.8	5.8

表5 苦土石灰の施用量ごとの栽培後のヤシガラ培地の化学性

苦土石灰投入量 (g)	pH (H <sub>2</sub> O)	EC (mS/cm)	可給態リン酸 (mg/100g)	交換性石灰 (mg/100g)	交換性苦土 (mg/100g)	交換性カリ (mg/100g)	交換性ナトリウム (mg/100g)	CEC (meq/100g)	塩基飽和度 (%)	石灰 : 苦土 : カリ
処理前	5.60	1.04	58.8	226.4	193.8	1690.7	483.1	213.5	32.5	0.1:0.2:1.0
0	5.94	4.21	196.5	717.3	311.4	1721.0	420.5	286.3	31.7	0.4:0.3:1.0
95	6.12	4.80	212.1	1071.7	440.1	1789.8	379.0	275.7	41.6	0.6:0.4:1.0
225	6.37	5.31	195.1	1045.9	462.4	2132.1	504.6	258.5	48.1	0.5:0.3:1.0
310	6.39	3.81	291.1	1078.4	400.9	1587.3	338.8	277.6	37.3	0.7:0.4:1.0
400	6.79	2.97	220.2	1257.2	421.4	1146.6	275.2	277.8	35.9	1.1:0.6:1.0

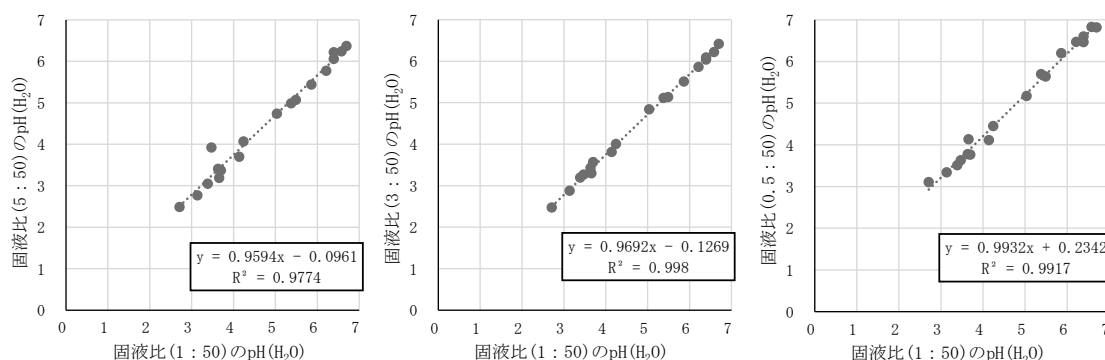


図3 固液比の違いがヤシガラの pH の分析結果に与える影響

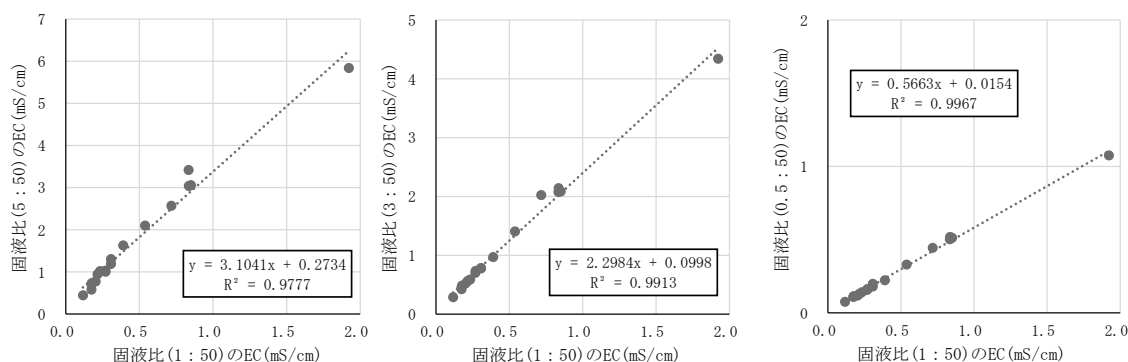


図4 固液比の違いがヤシガラの EC の分析結果に与える影響

【発表資料】

1. 坂本浩介 (2018) 2018 年度日本土壌肥料学会関東支部大会
2. 坂本浩介 (2020) 日本土壌肥料学会 2020 年度岡山大会
3. 坂本浩介 (2022) 日本土壌肥料学会 2022 年度東京大会