

# 土壌への物質添加は、植物の成長にどんな影響を及ぼすのか？

生物資源科学部 生物生産科学科

2年 石田 涼夏

指導教員 生物資源科学部 生物生産科学科

教授 松本 武彦

## 1. はじめに

生物生産科学実習を受講し、作物を栽培する際には、堆肥、苦土石灰、ヨウリンといった肥料や土壌改良材を施用する必要があることを知った。

実習では、堆肥、苦土石灰、ヨウリンをすべて施用した条件で作物を栽培したため、これらが作物の生育にどのような影響を及ぼすのかを個別に確認することは困難であった。そのため、これら肥料や土壌改良材の施用が植物体や植物根にどのような影響があるのかを調べたいと考えた。

本研究では、異なる量の堆肥、苦土石灰、過リン酸石灰を施肥してエダマメを育てることで、収量および肥料成分の吸収量、収穫後の土壌化学性を調べることと、初期生育における植物体の生育の違いを調べることを目的として行う。

## 2. 方法

### (1) 植物の栽培

表1に施肥処理、各肥料の施肥量、施肥成分量を示した。堆肥、苦土石灰、過リン酸石灰をそれぞれ少量と多量に施肥した処理区、すべて多量に施肥した処理区、対照区の8つの処理区を設けた。すべての処理区について3連で行った。

これらのポットにエダマメを播種して屋外で3か月栽培した。初期生育調査用の根箱にも同様の処理を行い、同じ場所で1か月栽培した。

表1 施肥処理および各肥料の施肥量、施肥成分量

施肥処理	肥料の施用量			施肥成分量							
	苦土石灰 (g/pot)	過リン酸石灰 (g/pot)	堆肥 (g/pot)	化学肥料				堆肥(乾物中)			
				N (g)	P2O5 (g)	K2O (g)	MgO (g)	N (g)	P2O5 (g)	K2O (g)	MgO (g)
苦土石灰少量	11.5	0	0	0.16	0.23	0.16	0.69	0	0	0	0
苦土石灰多量	46	0	0	0.16	0.23	0.16	2.76	0	0	0	0
リン酸少量	0	6.9	0	0.16	1.44	0.16	0	0	0	0	0
リン酸多量	0	13.7	0	0.16	2.63	0.16	0	0	0	0	0
堆肥少量	0	0	40	0.16	0.23	0.16	0	0.39	0.09	0.14	0.07
堆肥多量	0	0	80	0.16	0.23	0.16	0	0.78	0.18	0.29	0.13
全肥料多量	46	13.7	80	0.16	2.63	0.16	2.76	0.78	0.18	0.29	0.13
対照	0	0	0	0.16	0.23	0.16	0	0	0	0	0

注1) 市販の黒ボク土 (2.5 kg/pot) を供試し、基肥として化学肥料 (8-8-8) を2 g/pot、過リン酸石灰を0.4 g/pot共通に施用した。

注2) 堆肥の水分会含有率は36.8%で、肥料成分含有率(現物中%)は、N:0.97%、P2O5:0.23%、K2O:0.36%、MgO:0.16%である。

## (2) 調査項目

調査した項目は、草丈、収量（茎葉、莢、子実）、栽培後の土壌化学性（pH、可給態リン酸、交換性塩基（K, Ca, Mg））、植物体の肥料成分含有率（N, P, K, Ca, Mg）である。

## 3. 結果

### (1) 草丈および観察結果

リン酸多量処理と全肥料多量処理は他の処理に比べて、草丈が大きかった。対照と比べると、約 9 cm 大きかった。他の処理は対照と比べると、約 3~5 cm 大きかったが、処理間では大差はなかった（図 1、写真 1）。また、播種から 7 週目からリン酸多量処理と堆肥多量処理では、下部の茎葉が黄色く変色した（写真 2）。



写真 1 4週目のエダマメ

（左から対照、リン酸少量処理、リン酸多量処理、全肥料多量処理）

### (2) 初期成育

リン少量、多量処理は地上部の乾燥重が対照の約 1.3~1.4 倍大きかった。堆肥少量、多量処理と全肥料多量処理は地下部の乾燥重が対照の約 1.3 倍~1.5 倍大きかった（図 2）。



写真 2 7週目のエダマメ

（左から苦土石灰多量処理、リン酸多量処理、堆肥多量処理、全肥料多量処理）

### (3) 収量

茎葉重は、全肥料多量処理は対照の約 3 倍多く、リン酸多量処理は対照の約 2.5 倍多かった。莢は、他の処理に比べ、子実が 3 粒以上入っているものは堆肥多量処理、リン酸少量処理に多く、ダメ莢は苦土石灰多量処理に多かった。子実重は、堆肥多量処理、リン酸少量処理が、対照の 2 倍以上であった（表 2）。

### (4) 土壌中の pH、EC および元素濃度

苦土石灰少量、多量処理、全肥料多量処理は他の処理に比べて、pH が高くなっており、基準値を超えていた。堆肥少量処理は他の処理に比べて、EC が低くなり、全肥料多量処理では高くなった。リン酸多量処理の可給態リン酸濃度は他の処理に比べて約 1.5 倍高かった。苦土石灰少量、多量処理のカルシウム濃度は他の処理と比べて高かった。特に、苦土石灰多量処理は対照の約 14 倍高かった。苦土石灰多量処理のマグネシウム濃度は他の処理に比べて高かった（表 3）。

### (5) エダマメの元素濃度

リン酸多量処理のリン酸濃度は茎葉、莢では他の処理を比べて約 2 倍高かった。子実ではリン酸少量処理がその値は高かった。リン酸少量、多量処理のカリウム濃度は茎葉、莢では他の処理に比べて低かった。堆肥多量処理のカルシウム濃度とマグネシウム濃度は茎葉、莢、子実のいずれも他の処理に比べて低い傾向にあった。また、比較的、茎葉や莢にはカルシウム、マグネシウムが多く含まれており、子実には窒素、リン酸、カリウムが多く含まれていた（表 4）。

< 具体的データ >

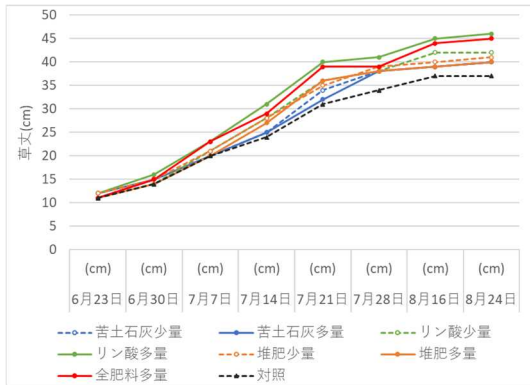


図1 草丈の経時変化

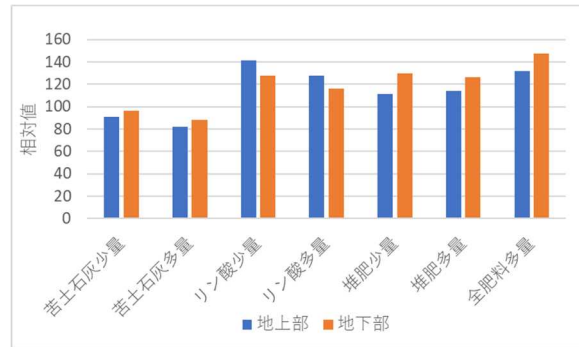


図2 初期成育時点での乾燥重

注) このグラフは対照区を 100 とした相対値を示している。

表2 エダマメの収量 (乾燥重)

施肥処理	茎葉重 (g/pot)	莢数					合計 (個/pot)	莢重 (g/pot)	子実重 (g/pot)
		3粒以上 (%/pot)	2粒 (%/pot)	1粒 (%/pot)	ダメ莢 (%/pot)	合計 (個/pot)			
苦土石灰少量	15.5 (141)	7.7	35.0	33.2	22.7	22	2.6 (100)	0.9 (60)	
苦土石灰多量	16.2 (147)	1.7	42.8	27.8	29.4	18	2.3 (88)	0.6 (40)	
リン酸少量	17.6 (160)	15.4	46.4	32.1	7.1	28	5.6 (215)	4.9 (327)	
リン酸多量	27.3 (248)	10.3	39.2	30.8	19.7	39	6.3 (242)	2.2 (147)	
堆肥少量	14.3 (130)	8.1	57.1	22.4	11.0	21	3.5 (134)	2.8 (187)	
堆肥多量	18.9 (172)	16.8	41.8	32.1	10.7	28	5.3 (204)	3.5 (233)	
全肥料多量	33.8 (307)	8.7	42.8	34.8	13.7	46	7.3 (281)	2.1 (140)	
対照	11 (100)	0	45.0	33.5	23.5	20	2.6 (100)	1.5 (100)	

注1) ダメ莢とは黒く変色していたり、子実が中に入っていない莢のことである。

注2) () 内の数字は対照区を100としたときの相対値である。

表3 栽培後の土壌の pH、EC および元素濃度

施肥処理	pH	EC (mS/cm)	可給態P (mg/100 g)	交換性塩基		
				K (mg/100 g)	Ca (mg/100 g)	Mg (mg/100 g)
苦土石灰少量	6.00	0.50	1.61	6.50	142.10	58.14
苦土石灰多量	6.81	0.66	1.57	7.79	360.79	139.08
リン酸少量	5.35	0.56	2.35	4.87	49.77	16.33
リン酸多量	5.25	0.67	2.73	6.12	65.70	13.32
堆肥少量	5.35	0.39	1.75	6.73	30.83	16.83
堆肥多量	5.39	0.46	1.80	7.37	35.85	20.11
全肥料多量	6.75	0.81	3.26	11.92	418.90	129.06
対照	5.33	0.39	1.73	5.28	24.94	14.38

表4 エダマメの元素濃度

施肥処理	N(%)			P(%)			K(%)			Ca(%)			Mg(%)		
	茎葉	莢	子実	茎葉	莢	子実	茎葉	莢	子実	茎葉	莢	子実	茎葉	莢	子実
苦土石灰少量	1.87	1.84	6.49	0.06	0.12	0.46	0.60	0.78	1.71	0.76	0.89	0.32	0.48	0.59	0.21
苦土石灰多量	1.61	1.70	6.68	0.06	0.11	0.47	0.62	0.77	1.72	0.62	0.94	0.33	0.42	0.60	0.19
リン酸少量	1.32	1.32	6.42	0.08	0.13	0.58	0.35	0.46	1.60	0.92	0.87	0.24	0.48	0.59	0.18
リン酸多量	1.54	1.89	6.80	0.12	0.21	0.40	0.33	0.55	1.29	0.82	0.68	0.23	0.40	0.44	0.14
堆肥少量	1.33	1.30	6.59	0.05	0.10	0.25	0.65	0.82	1.11	0.46	0.74	0.17	0.30	0.66	0.14
堆肥多量	1.54	1.58	6.72	0.07	0.13	0.29	0.73	0.85	1.22	0.54	0.58	0.17	0.34	0.50	0.15
全肥料多量	1.85	1.97	6.90	0.14	0.22	0.45	0.59	0.78	1.61	0.93	0.69	0.31	0.51	0.43	0.17
対照	1.16	1.61	6.20	0.05	0.11	0.45	0.65	0.69	1.63	0.48	0.72	0.25	0.35	0.64	0.21

#### 4. 考察

リン酸多量処理、全肥料多量処理は対照に比べて、草丈が約9 cm大きかった。また、栽培後の茎葉重は、全肥料多量処理では対照の約3倍、リン酸多量処理では対照の約2.5倍であった。初期生育においても、リン酸少量、多量処理では地上部の乾燥重が対照の約1.3~1.4倍であった。リン酸は植物全体の生育、枝分かれの成長を促すことが知られている。このことから、茎葉の成長にはリン酸が関与していると考えられる。また、堆肥少量、多量処理では地下部の乾燥重が対照の約1.3~1.5倍であった。このことから、地下部の成長には堆肥が関与していると考えられる。

播種から7週目にリン酸多量処理、堆肥多量処理では、下部の茎葉が黄色く変色していた。また、リン酸多量処理のカリウム濃度と堆肥多量処理のマグネシウム濃度が他の処理に比べて低かった。このことより、リン酸多量処理ではカリウム欠乏症が起き、堆肥多量処理ではマグネシウム欠乏症が起きたと思われる。

堆肥多量処理、リン酸少量処理は子実が3粒以上入った莢の数が多かった。また、苦土石灰多量処理ではダメ莢が多かった。堆肥多量処理、リン酸少量処理では莢の数だけではなく、子実重も大きかった。また、リン酸は開花、結実を促すと知られている。このことから、リン酸少量処理ではリン酸の本来の働きが行われ、堆肥多量処理では有機質肥料が徐々に分解され、結実の時期に、肥料に含まれるリン酸などの栄養分が効果を示したのだと考える。しかし、リン酸多量処理はリン酸少量処理よりもダメ莢が多く、収量が低かった。これは、リン酸多量処理ではカリウム欠乏症によって、子実の品質低下が起こったと思われる。苦土石灰多量処理ではダメ莢が多かったことから、pHの改良のみでは収量の向上にはつながらないと考えた。

今回の実験結果をもとに、生物生産科学実習で畑に施用された各資材はどの程度効果を示したのかを考えた。実験で用いた土には肥料成分がほとんど含まれていなかったのに対し、実習の畑の土には可給態リン酸をはじめとする肥料成分含量が高まっていた。このことから、畑の土にはこれまで施用してきた肥料が蓄積していたため、施用した各資材の効果はそれほど発揮していないのではないかと考えた。また、このまま資材の施用を続けると、過剰症による収量の低下や品質の低下が現れる可能性が考えられる。

#### 5. まとめ

リン酸の施用量を増やすことで茎葉の成長が促進された。特に、初期生育においてはその効果は顕著であった。カリウム欠乏症、マグネシウム欠乏症の影響もあったが、リン酸には茎葉の成長だけではなく、結実の促進にも関係していた。また、堆肥を施用することで、初期生育における地下部（根）の生育促進が見られた。以上のように、土壌への物質添加によって植物の成長や収量に違いが出るのが明らかになった。

#### 6. 参考文献

北海道施肥ガイド 2020 p. 35-39

土壌・作物栄養診断のための分析法 2012 p. 187-193