

わい性インゲンマメのさやどり普通栽培における窒素及びカリの施肥法

川合貴雄・坪井 勇・内藤恭典・藤沢敏寛

Methods of Nitrogen and Potassium Fertilizer on Normal Culture of Dwarf Snap Beans

Takao KAWAI, Isamu TSUBOI, Yasusuke NAITO and Toshihiro FUJISAWA

緒 言

インゲンマメのわい性種はつる性種に比べて生育期間が短く、開花、結実及びさやの発育がほぼ同時期になるので土壤中の無機養分に対する要求が一時的に高まると考えられ、施肥が収量に大きく影響すると予想される。

一方、インゲンマメはダイズやエンドウに比べて根粒菌の窒素固定量が少なく、窒素施肥による増収効果が大い⁷⁾とした報告もある。しかし、わい性インゲンマメの無機養分及び施肥に関する試験は、ほとんどが子実生産の場合であるとか、リン酸の肥効についてであり、さや生産における窒素及びカリについての報告は、極めて少なく、施肥法に不明な点が多い。

そこで著者らはわい性インゲンマメのさやどり普通栽培における窒素及びカリの基肥施用量、追肥施用量、生育時期別の欠除の影響等について検討し、施肥法に関する若干の知見を得たので報告する。

材料及び方法

1. 窒素の基肥施用量試験

1984年に粗腐植を2%程度含む花こう岩崩積砂壤土の当場圃場で、窒素施用量1.0、1.5、2.0、2.5kg/aの各区を設け、リン酸及びカリは各区共通に1.5kg/a施用した。1区の面積は4.8m²とし、2反復で試験した。インゲンマメを8月17日に播種し、畝幅120cm、株間35cmとして、8月22日に定植した。なお、窒素肥料には硫酸、リン酸肥料には過リン酸石灰、カリ肥料には硫酸カリを用いた。

2. 緩効性化学肥料基肥施用の影響

1985年に緩効性窒素入り複合肥料(CDU複合燐加安S682)の標肥区及び多肥区、被覆複合肥料(被覆燐硝安加里ロング100号)の多肥区、単肥(硫酸、過石、硫酸加里)の標肥区及び多肥区を設け、畝幅140cm、株間30cmとして5月28日にインゲンマメを2条に播種し、ポリマルチを行った。施肥量は、標肥区において窒素1.5kg、リ

ン酸1.8kg、カリ1.5kg/a、多肥区において窒素2.0kg、リン酸1.8kg、カリ2.0kg/a施用した。1区の面積は3m²とし、3反復で試験した。

3. 生育時期別の窒素又はカリ欠除の影響

1985年6月4日にインゲンマメを播種し、水耕によって、窒素は出らい期(7月3日~7月11日)、開花盛期(7月11日~7月19日)及びさや肥大期(7月19日~7月27日)、カリは出らい期(7月3日~7月11日)及び開花盛期(7月11日~7月19日)に欠除させた。培養液は園試処方均衡培養液に準拠し、濃度を2/3単位とした。試験規模は、培養液をワグネルポット(1/2000a)に入れて、ポット当たり2株定植し、2反復した。

4. 窒素、カリの総施肥量及び追肥量試験

1984年、1985年とも粗腐植を2%程度含有する花こう岩崩積砂壤土の当場圃場で行った。1984年は第1表に示

第1表 1984年における窒素、カリの総施肥量及び追肥量試験区

要 因	水 準
N施用量	少肥 (1.6kg/a全量基肥)
	多肥 (1.6kg/a基肥, 0.7kg/a追肥)
K ₂ O施用量	少肥 (1.6kg/a全量基肥)
	多肥 (1.6kg/a基肥, 0.8kg/a追肥)

第2表 1985年における窒素、カリの総施肥量及び追肥量試験区

N施用量 (kg/a)			K ₂ O施用量 (kg/a)		
基 肥	追 肥	計	基 肥	追 肥	計
1.0	0.5	1.5	1.0	0.5	1.5
1.5	0.0	1.5	1.5	0.0	1.5
1.5	0.5	2.0	1.0	0.5	1.5
1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0
1.5	0.5	2.0	1.5	0.5	2.0
2.0	0.0	2.0	1.5	0.5	2.0
1.5	1.0	2.5	1.5	0.5	2.0
1.5	1.0	2.5	1.5	1.0	2.5

第3表 窒素の基肥施用量が収量及び跡地土壌の化学性に及ぼす影響

施肥量 (kg/a)	総さや数 (本/株)	良さや数 (本/株)	良さや率 (%)	曲りさや率 (%)	良さや重 (g/株)	さや重 (g)	跡地土壌	
							EC (mS/cm)	無機態窒素 (mg/乾土100g)
1.0	95	60	63	25	468	7.8	0.22	0.9
1.5	98	68	70	19	527	7.7	0.29	2.1
2.0	90	60	67	23	433	7.2	0.37	4.1
2.5	73	44	61	25	292	6.6	0.39	5.1

すとり、窒素及びカリについて少肥と多肥の2水準を設け、組み合わせ処理をした。リン酸は各区共通に1.6kg/a全量を基肥に施用し、窒素及びカリの追肥は開花始期に行った。なお、窒素肥料には硫酸、リン酸肥料には過リン酸石灰、カリ肥料には硫酸加里を用いた。1区面積は3m²とし、3反復で試験した。1985年には第2表に示す区を設け、畝幅140cm、株間30cmとし、5月28日にインゲンマメを2条に播種した。なお、窒素肥料には硫酸、カリ肥料には硫酸加里を用い、リン酸は過リン酸石灰を用い、成分量で1.8kg/a施用した。追肥は6月30日(開花始期)に行った。試験規模は前年と同一に行った。

各試験を通して、インゲンマメの品種はプロバイダーを用いた。さやは長さが14cm程度までのものを収穫し、その内、1さやに子実が4粒以上着生し、曲がり程度の小さいものを良さやとした。ECは乾土1:5水浸出液で測定し、土壌中無機態窒素はコンウエイ法、置換性カリは炎光法、葉中窒素はケルダール法、葉中カリは炎光法で分析した。

試験結果

1. 窒素の基肥施用量試験

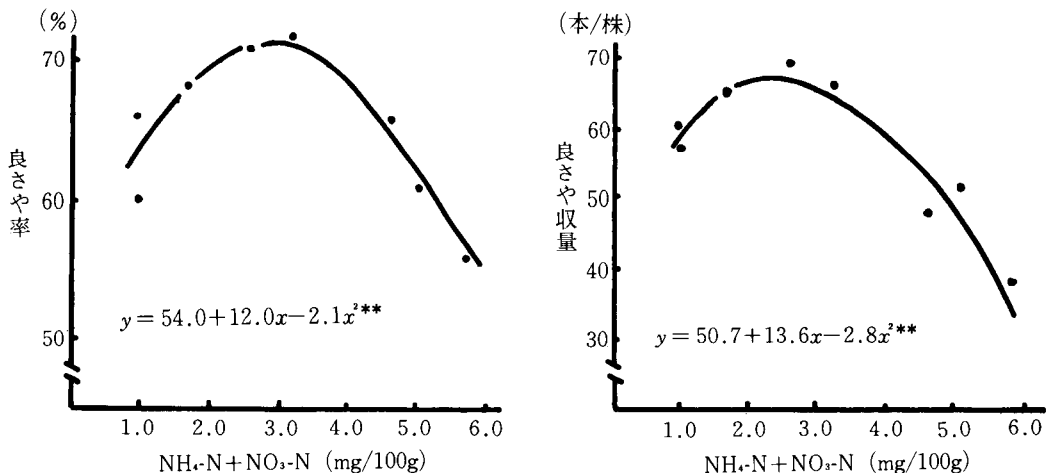
基肥施用量の相違と収量及び跡地土壌の化学性との関

係を第3表に示した。株当たり良さや収量は1.5kg/a区が1.0kg/a区よりも多かったが、1.5kg/aを上回ると施肥量が多い区ほど少なくなった。多肥による減収はさや数の減少、良さや率及び1さや重の低下によるものであった。不良さやは主として曲がりさやであるが、曲がりさや率は1.5kg/a区よりも多肥又は少肥の各区で高くなった。

跡地土壌では、多収を示した1.5kg/a区はEC0.29mS/cm、無機態窒素2.1mg/100gであり、施肥量の多い区ほどECが高く、無機態窒素が多かった。また、跡地土壌の無機態窒素と良さや率及び良さや収量とは第1図に示すとおり、密接な関係が認められ、無機態窒素2.5~3.0mg/100gで良さや率が最も高く、良さや収量も最も多かった。しかし、3mg/100gを上回ると良さや率が低下し、良さや収量が減少した。

2. 緩効性化学肥料基肥施用の影響

緩効性化学肥料施用と収量及び跡地土壌のECとの関係は第4表に示した。緩効性窒素入り複合肥料及び被覆複合肥料は単肥に比べて、多肥区では良さや重に差が認められなかったものの、莖葉重が軽く、良さや数が少なく、標肥区では莖葉重が軽く、良さや数が少なく、良さ



第1図 跡地土壌の無機態窒素と良さや率及び良さや収量との関係 (**1%水準で有意)

や重が軽かった。しかし、標肥区における緩効性窒素入り複合肥料と被覆複合肥料との収量差は認められなかった。

また、緩効性窒素入り複合肥料、単肥ともに、標肥区は多肥区よりもさや数が多く、1 さや重が重く、良さや重が重かった。跡地土壌の EC は緩効性窒素入り複合肥料、単肥ともに、多肥区が標肥区よりも高かった。

3. 生育時期別の窒素又はカリ欠除の影響

生育時期別窒素、カリ欠除と葉中窒素、カリ及び収量との関係は第5表及び第6表に示した。出らい期や開花盛期における窒素欠除区は、欠除処理終了日以後の葉中窒素含有率が著しく低下し、さや数が減少するとともに1 さや重が軽く、収量が少なかった。特に、出らい期における窒素欠除区はさやが短かった。しかし、さや肥大

期における窒素欠除区は窒素欠除処理終了日の葉中窒素含有率が著しく低下したにもかかわらず、減収程度は軽微であった。

出らい期や開花盛期のカリ欠除区は、カリ欠除処理終了日以後の葉中カリ含有率が低下し、さや数が少なく、さやが短く、1 さや重が軽く、収量が少なかった。その減収程度は出らい期カリ欠除区が開花盛期カリ欠除区よりも大きかった。

4. 窒素、カリの総施肥量及び追肥量試験

1984年における窒素及びカリの多少が良さや数に及ぼす影響は第2図に示した。窒素とカリについて、基肥に追肥を組み合わせた多肥区は基肥だけの少肥区よりも増収した。しかし、この増収効果は窒素とカリとの併用に

第4表 緩効性化学肥料基肥施用の影響

試 験 区	a当たり良さや収量		良さや率 (%)	総さや数 (×100本/a)	さや重 (g)	茎葉重 (g/株)	跡地土壌 EC (mS/cm)
	数 (×100本)	重 (kg)					
緩効性窒素入り複合肥料・標肥	289	177	75	387	6.1	282	0.63
緩効性窒素入り複合肥料・多肥	277	167	75	368	6.0	286	0.68
被覆複合肥料・多肥	284	166	75	380	5.8	292	0.75
単肥・標肥	312	187	78	397	6.0	296	0.63
単肥・多肥	297	167	76	391	5.6	298	0.79

第5表 生育時期別窒素、カリ欠除と収量との関係

欠 除 成 分	欠 除 時 期	株 当 たり 収 量		良さや率 (%)	さや重 (g)	さや重 (cm)
		さや数 (本)	さや重 (g)			
窒 素	出 ら い 期	54	271	59	5.1	11.9
	開 花 盛 期	46	250	73	5.4	13.0
	さ や 肥 大 期	57	332	85	5.8	13.1
カ リ	出 ら い 期	44	234	77	5.3	12.7
	開 花 盛 期	58	323	80	5.6	13.1
窒素、リン酸、カリ全期完全供給		61	370	80	6.1	13.7

第6表 生育時期別窒素・カリ欠除と葉中無機成分との関係

欠 除 成 分	欠 除 時 期	N (%)			K (%)		
		7月11日	7月19日	7月27日	7月11日	7月19日	7月27日
窒 素	出 ら い 期	2.2	3.4	3.7	3.0	3.1	3.0
	開 花 盛 期		3.4	3.0		3.2	3.0
	さ や 肥 大 期			1.6			4.6
カ リ	出 ら い 期	4.9	4.8	5.0	1.4	2.4	3.0
	開 花 盛 期		4.3	4.2		2.2	2.8
窒素、リン酸、カリ全期完全供給		4.3	4.2	4.1	3.5	3.4	3.3

表中アンダーラインは欠除時期の含有率を示す

第7表 窒素、カリの総施肥量と追肥量の影響

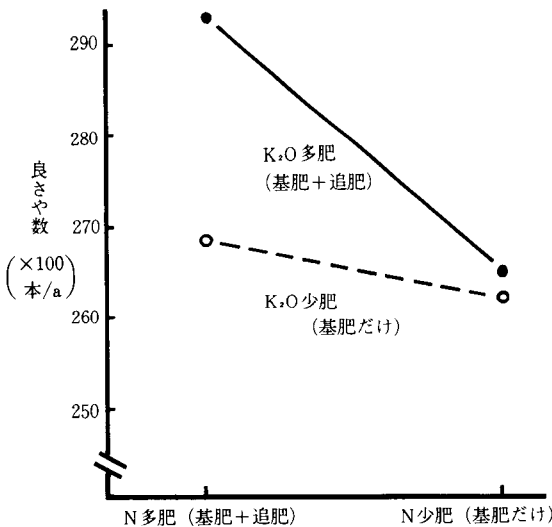
N (kg/a)			K ₂ O (kg/a)			a当たり良さや収量		收穫終了 時莖葉重 (g/株)	跡地土壤無機成分*		葉中無機成分**	
基肥	追肥	計	基肥	追肥	計	本数 (×100本)	重 (kg)		無機態N (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	N (%)	K (%)
1.0	0.5	1.5	1.0	0.5	1.5	244	134	192	3.5	51	3.4	2.8
1.5	0.0	1.5	1.5	0.0	1.5	193	107	202	2.4	47	3.0	2.6
1.5	0.5	2.0	1.0	0.5	1.5	226	134	242	4.1	47	3.0	3.3
1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	239	143	224	5.1	51	3.8	3.3
1.5	0.5	2.0	1.5	0.5	2.0	257	144	234	8.8	54	3.5	3.2
2.0	0.0	2.0	1.5	0.5	2.0	222	121	190	2.2	57	2.8	2.8
1.5	1.0	2.5	1.5	0.5	2.0	238	141	250	9.8	53	4.0	3.3
1.5	1.0	2.5	1.5	1.0	2.5	248	138	238	10.0	59	4.2	3.8

* 7月30日採土, ** 結きょう期 (7月7日)

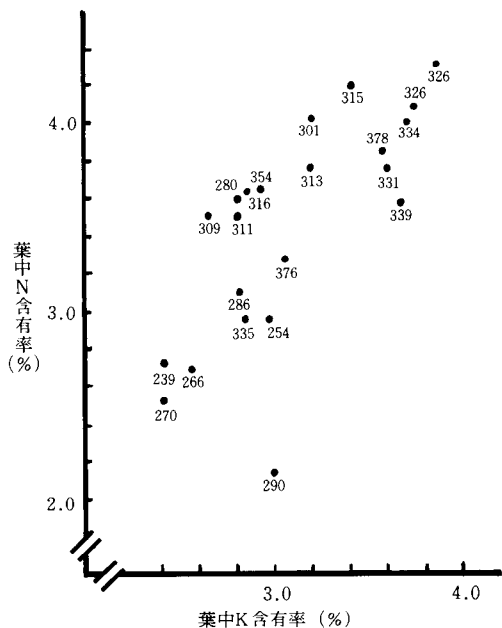
よるものであって、窒素またはカリの単独追肥による増収効果はほとんど認められなかった。

1985年における窒素、カリの総施肥量及び追肥量の影響は第7表に示した。総施肥量が同一の場合、基肥と追肥とに分施した区は基肥に全量施用した区よりも多収であった。そして、分施区は結きょう期における葉中窒素及びカリ含有率が高く、跡地土壤における無機態窒素及び交換性カリが多量に存在した。しかし、総施肥量が2.0 kg/aで基肥量と追肥量の割合をかえた場合、すなわち、基肥1.0 kg/a・追肥1.0 kg/a施用区と基肥1.5 kg/a・追肥0.5 kg/a施用区とでは収量差が認められなかった。次に、基肥と追肥とに分施し、総施肥量を異にした場合、2.0 kg/a区及び2.5 kg/a区は1.5 kg/a区よりも葉中窒素及びカリ含有率が高く、多収であった。しかし、2.5 kg/a

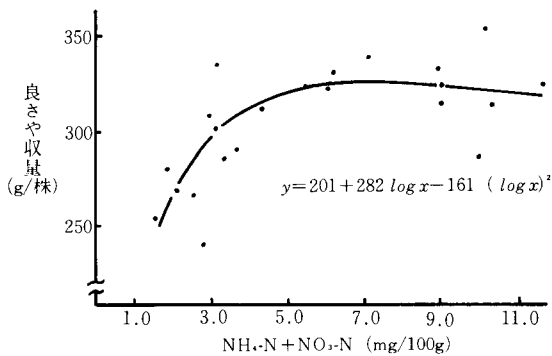
区は、2.0 kg/a区に比べて結きょう期の葉中窒素及びカリ含有率が高く、跡地土壤の無機態窒素及び置換性カリが多く存在したにもかかわらず、多収とならなかった。そこで、結きょう期の葉中窒素・カリ含有率と収量の関係を見ると、窒素を3.2~3.8%、カリを3.0~3.8%含有する区は概して多収であったが、窒素が3.2%、カリが3.0%を下回る区は収量が少なかった(第3図)。また、跡地土壤の無機態窒素含有量と収量との関係を見ると、無機態窒素が約6 mg/100gまでは含有量の増加に伴って増収するが、6 mg/100gを上回るとほとんど増収しなかった(第4図)。



第2図 窒素及びカリの多少と良さや数との関係



第3図 葉中窒素、カリ含有率と良さや収量
注：図中数字は株当たり良さや収量 (g)



第4図 跡地土壌の無機態窒素と良さや収量との関係

考 察

さやどりインゲンマメにおける窒素基肥施用量については、1.5 kg/a 施用は1.0 kg/a 施用よりも良さや収量が多かったが、施用量が2.0 kg/a 以上になると総さや数が少なく、1 さや重も軽く、良さや収量が減少した。このように1.5 kg/a 施用が多収の上限となり、2.0 kg/a 以上の施用で減収した。これは子実生産の場合³⁾とほぼ同様の傾向であった。岩淵ら³⁾及び岩田⁴⁾は、窒素肥料の多用による減収は出芽障害又は出芽後の生育抑制に起因するとしている。本試験では、出芽障害は認められなかったが、2.5 kg/a 施用区で若干の生育抑制が観察された。そして、土壌中無機態窒素と良さや収量との間に密接な関係が認められ、無機態窒素2.5~3.0 mg/100 g で良さや収量が最も多いが、3 mg/100 g を上回ると、良さや収量が減少した。このように生育及び収量は土壌中の無機態窒素の影響を強く受け、無機態窒素のわずかな過剰でも生育が抑制され、減収することから、インゲンマメに対する窒素施肥の適正域は極めて狭いといえよう。

そこで、基肥施用にあたって無機態窒素の溶出の遅い緩効性肥料を施用し、生育初期の無機態窒素の過剰回避とその後の肥効の持続を狙ったが、単肥の施用よりも良さや収量が少なく、施用効果が認められなかった。これには緩効性肥料の分解とインゲンマメの養分吸収パターンとが一致しなかったことが予想され、肥料の種類を選択だけでこの問題を解決するのは困難と考えられる。したがって窒素の基肥施用量は土壌の窒素肥沃度にもよるが、1.5 kg/a 程度にとどめるべきであり、これを上回る施用は減収を招くと考えられる。

しかしながら、インゲンマメの窒素及びカリの吸収量は開花直後から急速に増加し、子実肥大期まで増加が繰り返りとされている。さらに、わい性種は株当たり90個に近い多数の花がほぼ同時期に開花・結実し、さやが發育するので、この時期に土壌中の無機養分への要求も一層高まることが想定される。長谷川ら⁵⁾は開花期の窒素中

断によって着きょう率が低下することを認め、子実生産に対しては開花期以後の窒素供給による影響が大きいことを明らかにした。したがって、基肥1.5 kg/a 施用だけでは開花期以後の養分吸収に応じきれないことが考えられる。このことは試験の結果、基肥に窒素の全量を施用するよりも、一部を追肥した方が結きょう中の葉中窒素含有率が高まり、多収になったことから証明できる。また、追肥は窒素ばかりでなく、カリを併用することによって増収効果が一層高まった。これはカリがさやの發育に重要な役割を果たしているためであろう。

追肥時期は子実用の場合、長谷川ら⁵⁾や岩淵ら³⁾によって、開花期以後と報告されているが、さやどりは子実生産に比べて、栽培期間が極めて短いので、追肥適期の幅はかなり狭いものと考えられる。そこで、著者らは、出ら期以後において、どの時期の窒素及びカリの欠除が収量に影響するかについて検討した。出ら期から開花盛期にかけて窒素またはカリが欠除するとさや数が減少し、さやの發育が著しく劣った。しかし、さや肥大期における窒素の欠除はさやの發育が若干遅れるものの、著しい減収とはならなかった。このことは、開花から収穫日までが10日程度、収穫期間が20日間程度と短いことや、開花期までに茎葉内に吸収された無機養分が、さやの發育に伴って、さやへ移行することによると考えられる。したがって、開花期から結きょう期に茎葉中の窒素及びカリが十分存在すれば、さや肥大期以後に若干減少しても大きな影響はなさそうである。その葉中含有率は、分析結果からみて、窒素3.8%、カリ3.3%程度と考えられるが、これはあくまで追肥を前提にした場合のことである。

窒素及びカリの追肥量については、窒素及びカリの基肥量を1.5 kg/a とした場合は追肥量の違いによる収量差が認められなかったが、基肥量を1.0 kg/a とした場合は0.5 kg/a の追肥よりも1.0 kg/a の追肥が多収を示した。これは、基肥1.0 kg/a 施用が基肥1.5 kg/a 施用よりも、追肥時における土壌中の窒素及びカリの残存量が少なかったためと考えられた。

したがって、開花から結きょう期にかけての無機養分を最も要求される時期に土壌中無機態窒素及びカリが不足しないようにする必要がある。本試験の土壌分析結果から判断すると、多収を得るための開花から結きょう期にかけての窒素含有量は8 mg/100 g 程度と推定される。

以上のことから、わい性インゲンマメのさやどり普通栽培では、窒素、カリともに速効性肥料を用い、基肥として1.5 kg/a、追肥として開花始期に0.5 kg/a 施用するのが良いと判断した。

摘 要

わい性インゲンマメのさやどり普通栽培における施肥

法を樹立するために、窒素及びカリの基肥施肥法及び追肥量と水耕による生育時期別窒素又はカリ欠除の影響を検討した。

1. 窒素基肥施用量は 1.5 kg/a が最も多収であり、2.0 kg/a 以上では施用量の増加に伴い減収した。
2. 基肥における緩効性複合肥料多用による増収効果は認められず、緩効性複合肥料施用区の収量は、単肥施用区の収量に及ばなかった。
3. さや肥大期に培養液中の窒素又はカリが欠除しても大きな減収にはならなかったが、出らい期や開花盛期に培養液中の窒素又はカリが欠除するとさや数が減少し、さやの肥大が劣り、著しく減収したことから、追肥は開花始期に行う必要があると判断した。
4. 窒素及びカリは全量を基肥として施用するよりも一部を追肥に用いたほうが良く、追肥量は基肥 1.5 kg/a 施用の場合、1.0 kg/a よりも 0.5 kg/a が適当であった。
5. 以上のことから、窒素及びカリはともに、速効性肥料を用い、基肥として 1.5 kg/a、追肥として開花始期に 0.5 kg/a 施用するのが良いと判断した。

引用文献

1. 岩淵晴郎 (1960) 菜豆の生育過程における栄養生理学的試験 (第1報) 無機成分の吸収について、北海道農試集報, 6: 77—92.
2. ——— (1970) 菜豆の窒素施肥法改善に関する研究 (第1報) 菜豆の窒素施肥反応の特異性と条施肥法の改善, 北海道農試集報, 22: 61—71.
3. ———・高島 晃 (1971) 菜豆の窒素施肥法改善に関する研究 (第2報) 窒素全層施肥法の効果とその実用性, 北海道農試集報, 23: 31—42.
4. 岩田正利 (1969) 窒素質肥料の種類とインゲンの生育. 農及園, 44, (1): 91—92.
5. 田中喜一 (1985) 農業技術大系. 農文協, 東京, 土壤施肥編 6, 施肥の原理と施肥技術, 作物施肥技術, 213 p.
6. 長谷川進・野村 琥 (1978) わい性サイトウの子実生産に及ぼす窒素の影響. 北海道農試集報, 40: 30—39
7. 松代平治 (1971) 豆類の栄養特性と施肥. 農及園, 46: 167—171.