

極小大豆「納豆小粒」を増収する

～乾燥豚ふんと石灰窒素の相乗効果で～

前茨城県農業総合センター農業研究所 環境研究室長 河野 隆

(茨城県農業総合センター園芸研究所 土壌肥料研究室長)

むずかしくなった作付の維持・拡大

「納豆小粒」は納豆原料用として昭和51年、茨城県の県北中山間地域を対象に、準奨励品種(現:奨励品種)として採用された極小粒大豆である。晩生種(Ⅲc)に属し、莢が多く着き、虫害は一般に少なく、早播き・密植で倒伏しやすいが、収量の年次変動が少なく、栽培しやすい。また、極小粒白臍で加工しやすいため、本県特産の小粒納豆用として納豆業者からの評価もきわめて高く、生産量が追いつけない状態である。

畑中心の「納豆小粒」は、昭和63年以降、大豆の作付中の割合が45%前後で推移していたが、水田利用再編対策で転換畑大豆が増えたので、平成12年には、約50%(作付面積では約2,170ha)におよんでいる。

しかし、畑作大豆の中心である県北中山間地域は、農業従事者の高齢化が進み、基幹品種である「納豆小粒」の収量が低いため、作付面積を維持・拡大するのがむずかしくなっている。この「納豆小粒」の低収の要因は、昭和59年のアンケート調査の結果から、連作年数が平均6.5年と長いこと、施肥窒素量が1～2kg/10aと少ないこと、病害虫の防除も農家の5割が1回のみであったことなどが考えられた。

このような背景のもとで、昭和60年～63年に「納豆小粒」を増収させるための栽培法を検討したので紹介する。

根粒菌による窒素固定は限界

「納豆小粒」を作付している圃場の生産力と、土壌の理化学性との関係を明らかにするための実態調査を実施した。その結果、当該地域の土壌は、主に褐色森林土で火山灰の影響が小さく、リン酸吸収係数が小さいため、可給態リン酸も多かった(表-1)。

また、全炭素、全窒素は少ないが、培養発現窒素は比較的多く、石灰などの塩基類は必ずしも少な値ではなかった。

圃場間の生産力と土壌養分を比較した結果、培養発現窒素がもっとも相関が高かった($r=0.706^*$)。このことから、圃場間の生産力の大小には、培養発現窒素の多少がかなり関与し、また、このことは、根粒菌による固定窒素に限界があり、高水準の収量を得るには、これ以上の窒素を供給することが必要と考えられた。

表-1 「納豆小粒」作付圃場の土壌の理化学性

項目	作土層 (cm)	ち密度 (mm)	孔隙率 (%)	PH (KCl)	T-C (%)	T-N (%)	NO ₃ -N (mg/100g)	培養発現 N(mg/100g)	CEC (ml/100g)	CaO (mg/100g)	MgO (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)	Av-P ₂ O ₅ (mg/100g)	リン酸吸 収係数
平均値	11±12	6±3 (19±3)	6±3 (58±8)	5.9±0.8 (5.6±0.7)	1.9±0.5	0.12±0.05	46±39 (26±24)	81±48 (75±36)	147±44	300±105 (263±88)	49±25 (42±21)	38±24 (28±19)	68±46 (56±45)	870±390
最低地	8	5 (15)	54 (50)	4.3 (4.2)	1.3	0.09	1.8 (0.8)	1.8 (2.4)	10.3	116 (119)	21 (19)	11 (7)	15 (109)	550
最高値	13	16 (22)	75 (73)	6.6 (6.4)	2.9	0.30	166 (9.7)	17.4 (11.9)	24.6	480 (368)	98 (91)	81 (63)	166 (139)	1700

注1) サンプルは常陸太田市内の13圃場(うち3圃場は転換畑)

2) 調査と土壌採取日は1985年8月23日

3) 上段の数値は作土の値を、下段は下層土の値を示す。

4) 培養発現窒素は30℃・4週間培養後の無機態窒素量を示す。

乾燥豚ふん+石窒区がすぐれる

実態調査で「納豆小粒」を作付している圃場の生産力が、培養発現窒素の多少に関係していたことから、有機物と基肥窒素の施肥法を検討した。試験区の構成は、1年目は有機物と基肥窒素の種類をくらべるために、稲わら牛ふん堆肥50kg/a、乾燥豚ふん10kg/aと硫酸0.1・0.3kgN/a、石灰窒素0.3kgN/aを組み合わせた試験区を設けた。2年目は有機物の種類と窒素の施肥適量をみるため、稲わら豚ふん10kg/aに石灰窒素0.1・0.2・0.3・0.5kgN/aを組み合わせた試験区を設けた。さらに、乾燥豚ふんの適施用量を把握するため、石灰窒素を0.3kgN/aとし、乾燥豚ふんの施用量10・15・20kg/aの試験区も設けた。

表-2 各種有機物と基肥窒素の形態ならびに施用量と「納豆小粒」の生育・収量

項目	主茎長	主茎	分枝数	莢数(莢/株)	全重	茎莢重	子実重	同左対	百粒重
----	-----	----	-----	---------	----	-----	-----	-----	-----

試験区		(cm)	節数	(本/株)	稔実	不稔	(計)	(kg/a)	(kg/a)	(kg/a)	標比(%)	(g)
堆肥	0.1kgN/a (硫安)	59	13.5	5.2	105	4	109	47.9	22.6	25.3	95	9.6
	0.3kgN/a (硫安)	70	13.6	4.7	108	4	112	47.6	23.6	24.0	90	9.6
	0.3kgN/a (石灰窒素)	64	13.4	5.0	103	4	107	51.3	24.7	26.7	100	10.0
豚ふん	0.1kgN/a (硫安)	68	13.9	4.8	99	3	102	48.0	23.8	24.3	91	10.5
	0.3kgN/a (硫安)	73	14.0	4.7	112	4	116	55.1	27.1	28.0	105	10.3
	0.3kgN/a (石灰窒素)	72	13.7	4.6	122	4	126	57.2	27.7	29.5	111	10.3
無施用(標)	0.1kgN/a (硫安)	68	13.5	4.9	102	4	106	52.5	26.2	26.3	99	10.2
	0.3kgN/a (硫安)	67	13.8	5.2	106	5	111	53.2	26.7	26.6	100	9.8
	0.3kgN/a (石灰窒素)	73	13.5	4.8	107	4	111	53.4	26.9	26.4	99	9.8

注)開花期:8月12日,子実分散分析:基肥窒素**・有機物×基肥窒素**

表-3 各種有機物・基肥窒素の施用量と「納豆小粒」の生育・収量

試験区	項目	主茎長 (cm)	主茎 節数	分枝数 (本/株)	莢数(莢/株)			全重 (kg/a)	莖莢重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	同左対 標比(%)	百粒重 (g)
					稔実	不稔	(計)					
豚ふん	0.1kgN/a (石灰窒素)	73	16	5.6	163	10	173	63.4	36.6	26.9	109	9.3
	0.3kgN/a (石灰窒素)	77	16	6.1	190	12	202	78.9	49.0	30.0	122	9.4
	0.3kgN/a (石灰窒素)	78	17	6.3	181	12	193	72.8	40.6	32.3	131	9.2
	0.5kgN/a (石灰窒素)	73	16	5.4	160	10	170	76.3	42.7	33.6	137	9.7
石灰窒素	10kgN/a (豚ふん)	78	17	6.3	181	12	193	72.8	40.6	32.3	131	9.2
	15kgN/a (豚ふん)	77	16	5.8	169	11	180	75.4	41.3	34.0	138	9.3
	20kgN/a (豚ふん)	79	16	6.0	169	11	180	79.8	45.9	33.9	138	9.5
堆肥	0.1kgN/a (硫安)	65	16	4.9	127	10	137	53.3	30.4	23.0	93	8.6
	0.3kgN/a (硫安)	74	16	6.4	140	9	149	61.1	36.0	25.1	102	9.0
	0.3kgN/a (石灰窒素)	72	16	5.4	140	10	150	60.5	34.2	26.3	107	8.7
(標)	0.3kgN/a (硫安)	77	16	6.2	134	11	145	61.3	36.7	24.6	100	9.2

注)開花期:8月11日

その結果をそれぞれ表-2,3に示した。石灰窒素(0.3kgN/a)の施用は、硫安0.1kgN/aよりも有意に増収し、とくにこの傾向は、稲わら牛ふん堆肥よりも乾燥豚ふんを施用した場合で大きかった。基肥窒素としては、硫安0.1kgN/a<硫安0.3kgN/a<石灰窒素0.3kgN/aの順で増収する傾向であった。また、稲わら牛ふん堆肥は、莢数・莖莢重・百粒重・子実重にあたる影響が小さかったが、乾燥豚ふんと石灰窒素は、莢数・百粒重・子実重にあたる影響が2か年とも大きかった。そして、それらの適量は、乾燥豚ふんが15kg/a、石灰窒素が生産能率の視点から0.3kgN/aと考えられた。

このように、「納豆小粒」に対する施肥は、乾燥豚ふんと石灰窒素の肥効から緩効的な肥料が適するものと推定される。また、乾燥豚ふんの窒素も含めて施肥窒素に対する依存度が高いのは、土壌窒素の供給が相対的に少ないためと考えられる。さらに、このことは、跡地土壌のECと子実重との正の相関関係($r=0.789^{**}$)からも、増収を得るためには土壌中の窒素濃度を高める必要があると推察された。

播種後40～50日の追肥で増収

「納豆小粒」の生育期間中の窒素の要求性を知るため、部分生産能率的な考えかたで、適切な追肥時期を検討した。試験区の構成は、基肥窒素を硫安で0.1・0.3kgN/a、追肥時期を播種後30日・40日・50日・60日(ただし、基肥窒素0.3kg/aの場合は40日・50日のみ)とした。追肥窒素は硫安で0.2kgN/a施用した。

その結果を表-4に示した。窒素の追肥により基肥窒素0.1・0.3kgN/aとも、莢数と百粒重が増加し増収した。適切な追肥時期としては、基肥窒素が0.1kgN/aの場合は、播種後50日(ほぼ開花期)であったが、0.3kgN/aの場合は、播種後40日でも50日後と同様な増収程度であった。

このことから、追肥時期は播種後40日～50日(開花期前後)ごろが適当と考えられる。また、わずか0.2kgN/aの追肥で増収効果が認められたのは、生育後半の土壌窒素の供給が少ないためと推察される。

表-4 追肥の時期と「納豆小粒」の生育・収量

試験区	項目	主茎長 (cm)	主茎 節数	分枝数 (本/株)	莢数(莢/株)			全重 (kg/a)	莖莢重 (kg/a)	子実重 (kg/a)	同左対 標比(%)	百粒重 (g)
					稔実	不稔	(計)					

基肥0.1 (kgN/a)	播種後 30日	54	13.7	5.3	113	6	119	43.3	20.6	22.7	103	9.3
	" 40日	55	13.7	5.0	103	4	107	43.9	20.9	23.0	104	9.5
	" 50日	56	13.8	4.9	114	6	120	47.6	22.8	24.8	112	9.6
	" 60日	58	12.3	4.7	105	6	111	44.7	20.7	24.0	108	9.5
基肥0.3 (kgN/a)	播種後 40日	65	13.7	4.5	109	7	116	48.3	24.0	24.3	109	9.1
	" 50日	65	13.7	5.3	104	5	109	48.8	24.6	24.3	109	9.7
(標) 基標0.3kgN/a		57	13.5	4.7	97	5	102	42.9	20.7	22.2	100	9.2

注) 開花期:8月12日(播種後49日)

石灰飽和度80%で収量のピーク

大豆は一般に好石灰植物といわれ、生育初期から盛んに石灰を吸収するので、その適用量を検討した。作付前の土壌中の石灰含量が220mg/100g(乾土)であったので、試験区は石灰含量を乾土100g当たり260mg・300mg・340mg相当とした。

その結果を図-1に示した。石灰含量が高まるにしたがって子実重は増収し、300mgに収量のピークがみられた。この値は当土壌の石灰飽和度を算出すると80%になり、一般的な石灰飽和度の改良目標値50%からみるとかなり高い数値であった。

乾燥豚ふん併用で高い窒素効率

以上の試験で得られた最適条件を組み合わせ、その実証と各要因の窒素の効率を調査した。試験区は①乾燥豚ふん15kg/a+石灰窒素0.3kgN/a、②①+窒素追肥0.2kgN/a、③乾燥豚ふん15kg/a、④石灰窒素0.3kgN/a、⑤(標)硫安0.3kgN/a、⑥無窒素区を設けた。また、上記の全区に消石灰を300mg/100g(乾土)相当量を施用した。

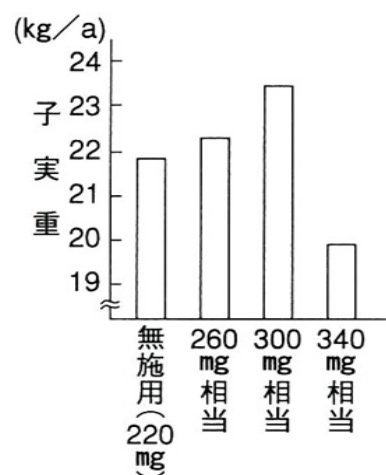


図-1石灰の施用量と子実重

表-5 各処理区の子実重と窒素吸収量の関係

試験区	項目	子実重 (kg/a)	同左対 標比(%)	百粒重 (g)	窒素吸収量(kg/a)			窒素効率	
					莖莢	子実	(計)	イ	ロ
①	15 豚ふん+0.3 石灰窒素	25.2	133	10.3	0.21	1.37	(1.58)	14.4	16.7
②	①+追肥 0.2	28.6	151	10.1	0.30	1.49	(1.80)	15.0	16.4
③	15 豚ふん	23.1	122	9.2	0.24	1.15	(1.39)	19.8	19.3
④	0.3 石灰窒素	19.3	102	8.4	0.19	1.05	(1.24)	15.0	16.0
⑤	(標) 0.3 硫安	18.9	100	8.8	0.19	1.04	(1.23)	13.7	15.2
⑥	無窒素	14.8	78	8.4	0.18	0.78	(0.96)	—	—

注)開花期:8月16日,追肥日:8月1日(播種後41日),無倒伏

$$\text{イ} = \frac{\text{各子実重} - \text{無窒素の子実重(kg/a)}}{\text{窒素投入(kg/a)}}$$

$$\text{ロ} = \frac{\text{各子実重} - \text{無窒素の子実重(kg/a)}}{\text{各窒素吸収量} - \text{無窒素の窒素吸収量(kg/a)}}$$

(ただし、乾燥豚ふんの窒素濃度を4.0%、含水率を30.2%として算出した。)

その結果を表-5に示した。これまでの結果と同様に、乾燥豚ふんと石灰窒素を組み合わせたものが増収し、追肥0.2kgN/aの施用でさらに増収した。乾燥豚ふん併用区では、生育後半の葉色が濃く、栄養状態も良好と思われ、結果として、増収に結びつくものと考えられる。このことは、乾燥豚ふん施用区の登熟期間中における窒素吸収量の推移が多いことから推察できた(図省略)。

一方、乾燥豚ふんの施用にともなう高い収量性は、窒素効率(単位投入窒素量当たりおよび単位吸収窒素量当たりの子実重への増収効果)の高いことが増収の大きな要因と考えられる。

養豚県での循環型農業を支援

これまで述べてきたように、当該地域での「納豆小粒」の収量は、生育後半の土壌窒素の供給不足を乾燥豚ふんと石灰窒素の相乗効果で補うことにより、莢数・百粒重が増大し増収が可能であった。また、本県は全国有数の養豚県なので、乾燥豚ふんの利用は、循環型農業の支援につながるものと思われる。

なお、今回の試験は大豆の連作圃場で実施しているので、石灰窒素の土壌微生物に対する作用も「納豆小粒」の増収に関与しているかもしれないが、この点に関しては、ほかの試験成績を参照していただければ幸いである。