

## 北海道北見地域における虎豆の栽培技術

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
著者	黒崎, 英樹 唐, 星児 小野寺, 政行 竹内, 徹
巻/号	85巻1号
掲載ページ	p. 33-40
発行年月	2016年1月

## 北海道北見地域における虎豆の栽培技術

### —省力化を目的とした栽植密度の改善—

黒崎英樹・唐星児・小野寺政行・竹内徹

(北海道立総合研究機構農業研究本部北見農業試験場)

要旨：北海道の虎豆の生産において、栽植密度は支柱の竹本数を決定する。竹の設置と撤去の大部分は手作業であり、全農作業時間である35時間/10aの3/4を占める。しかし、現行の栽植密度は生産者の経験に基づいており、栽植密度の検討は未実施であった。そこで、栽植密度を単位面積当たり株数および株当たり本数（個体数）に分けて、栽植密度、子実重および収益性の関係を明らかにした。2006、2007年の試験においては、生産者慣行の株数である2300株/10aと同20%減の1800株/10aのいずれの栽植密度においても、株当たり本数1~6本について比較したところ、株当たり本数4本が最適であった。2011年の試験においては、単位面積当たりの株数について比較したところ、生産者慣行の35%減の1500株/10aでは、慣行に比べて子実重が平均で11%低下したが、1800株/10aでは平均で5%の低下にとどまった。また、生産者慣行株数での子実重が低い値を示した圃場ほど疎植による減収が大きい傾向にあった。さらに、熱水抽出性窒素が低い圃場ほど低収になり、疎植による減収率も高い傾向があった。2012年における資材費と労働費による試算例では、栽植密度を1800株/10aとした場合の収益が2300株/10aと一致する減収比率は、単収が400kg/10aの高収圃場で約5%、300kg/10aの平均収量圃場で約7%、200kg/10aの低収圃場で約10%であった。生産者9圃場の試験で、栽植密度を慣行から1800株/10aに減らして栽培しても平均収量以上を示す7箇所の圃場における減収程度は、いずれにおいても5%以下であり、慣行の栽植密度で栽培した以上の収益の確保が可能であり、支柱竹を扱う労働時間を2割減らすことができると推察した。

キーワード：栽植密度、菜豆、省力化、虎豆。

虎豆 (*Phaseolus vulgaris* L.) などのつる性菜豆を含む高級菜豆は、北海道では北見地方と洞爺地方で栽培されており、生育初期に約1.8mの竹を立て、その後つるの誘引を行い、つるを竹に巻きつけて生育させる。生育期間中は病害虫防除のための薬剤散布を実施し、初霜前に茎および葉水分の低下を目的に根切りを行う。立毛で乾燥後、竹を抜いてニオ積みを行い、脱穀機で脱穀した後、子実を調整施設に運搬する体系が一般的である。

2012年の統計では、高級菜豆は生産者手取りとして1俵(60kg)当たり3万円前後で取り引きされており、10aあたり300kgで約15万円の粗収入が得られ、農協も栽培を推奨している。一方、草丈が3mに達し、栽培に竹の支柱の設置が必要なことや竹の設置、撤去や収穫作業などの機械化が数十年前から進んでいないため、生産者慣行の栽植密度で栽培した場合の10a当たりの労働時間は約35時間であり、25年前の現地実態調査(留辺蘂町・北見地区農業改良普及所1987)と直近の調査(網走農業改良普及センター2012)において、ほとんど変わっていない。この労働時間は、マメ類の中で最も機械化が進んでいるダイズ栽培の7.8時間(北海道農政部食の安全推進局技術普及課2013)に比べて約4.5倍と多く、このことが主な理由で、高齢化した生産者を中心に栽培戸数および面積は減少している。高級菜豆の栽培面積は、北海道全体で1980年に

1980haであったが(北海道農務部畑作振興課1988)、2010年には685ha(注：北海道農政部農産振興課調べ)と、30年間で65%も減少している。

北海道における高級菜豆に関する栽培技術については、大福と虎豆に対する窒素施肥時期の影響(中津・沢口1987)および白花豆における生育後期の窒素供給による増収効果(黒崎ら2003)を明らかにした報告などがある。しかし、栽植密度については、半つる性菜豆についての報告(田中ら1978)はあるが、つる性の高級菜豆については約40年前に行われた現地実態調査(留辺蘂町ら1973)のみで、生産者は栽植密度を経験に基づいて決めている。

JAきたみらいからの聞き取り調査(2012年)によると、現在の高級菜豆の栽植密度は、単位面積当たりの栽植株数や株当たり本数(個体数)のいずれにも幅があるが、10a当たりで平均約2300株、株当たり本数は4本である。栽植密度は、高い方が単位面積当たりの生育量が多くなり、増収につながることを期待されるが、同時に竹立てや竹抜きなどの労力も多くなる。上記の現地実態調査(留辺蘂町・北見地区農業改良普及所1987、網走農業改良普及センター2012)によると全作業時間のうち竹支柱の設置、撤去などに関する作業時間が全体の約7割を占めるため、労力上、栽植密度は低い方が望ましいと言えるが、低い栽植密度による低収化にともなう収益性の低下は避けなければならない

第1表 生産者慣行栽植株数の2300株/10aにおける株当たり本数が子実重と収量構成要素に及ぼす影響。

	株当たり 本数	莢数 (個/m <sup>2</sup> )	総重 (kg/10a)	子実重 (kg/10a)	4本対比 (%)	一莢内 粒数	百粒重 (g)
	1	118.2	478	387	80	4.68	69.7
	2	153.0	590	463	96	4.46	68.1
	4	162.4	625	483	100	4.44	67.0
分散分析							
	自由度			平均平方			
ブロック	2	10	3861	1474		0.04	2.1
株当たり本数 (A)	2	1625*	17654*	7677*		0.06	5.8
誤差	4	147	1636	1048		0.04	3.6
(A) の LSD (0.05)		27.5	92	73		-	-

2006年、北海道立北見農業試験場圃場のデータ。子実重、百粒重は水分15%換算値。

\*は5%水準で有意差があることを示す。

い。本報告では、高級菜豆の虎豆を対象に、栽植密度を単位面積当たり株数および株当たり本数に分けて、栽植密度と収量性の関係を明らかにするとともに収益性の試算を行い、収益性と省力化の観点から生産者が栽培する上で、最適な栽植密度を明らかにすることを試みた。

## 材料と方法

### 1. 株当たり栽植本数と収量の関係

北海道の虎豆の主要品種である「福虎豆」(南ら1991)を供試し、2006年に北海道立北見農業試験場(現、北海道立総合研究機構 農業研究本部 北見農業試験場、以下北見農試と略す)の土壌型が黒ボク土の1試験地、2007年に北見農試の同圃場および訓子府町の土壌型が台地土の2生産者圃場の3試験地ののべ4試験地で行った。播種日は2006年が6月5日、2007年は3箇所ともに5月31日とした。10a当たり栽植株数(以下、栽植株数)は、2006年は、生産者慣行の畦間72cm、株間60cmの2300株/10aのみとした。2007年には、2水準を設け、畦間、株間は2006年試験と同一とした2300株/10aおよび疎植として畦間72cm、株間75cmの生産者慣行の20%減とする1800株/10aとした。2006年は、株当たりの本数を3水準(1本、2本、4本)の因子として、圃場内に3ブロックを設け、それぞれのブロックにランダムに割り付けた(第1表)。解析方法は乱塊法による。2007年は3つの試験地で、栽植株数2300株/10aと1800株/10aの試験区について、株当たりの本数を3水準(2本、4本、6本)の因子として、圃場内に2ブロックを設け、それぞれのブロックにランダムに割り付けた。解析方法は、栽植株数の異なる試験区(2300株/10a、1800株/10a)ごとに、試験地を変量模型、株当たりの本数を母数模型として、各試験地で実施した乱塊法実験を統合するMcIntosh(1983)による解析法を用いた(第2表、第3表)。施肥量は10a当たりN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>Oが4:18:8kgを全量基肥により施用した。試験区は1区面積が11.25m<sup>2</sup>である。成熟期に莖重と莢実重の合計の総重、

子実重ならびに収量構成要素である莢数、百粒重および一莢内粒数を調査した。また、2007年は訓子府町生産者圃場2試験地において、播種後84日に当たる8月23日に莖葉の乾物重を調査した。

### 2. 単位面積当たり株数と収量の関係

2011年の試験においては、訓子府町で品種「福虎豆」を栽培する生産者の台地土圃場の9試験地において、栽植株数の処理を畦間72cm、株間60cmで生産者慣行の2300株/10a、疎植Iとして畦間72cm、株間75cmで生産者慣行の20%減の1800株/10a、および疎植IIとして畦間72cm、株間90cmで生産者慣行の35%減の1500株/10aの3水準を設けた。株当たり本数は4本とした。施肥量は、各試験地における生産者慣行に従って、10a当たり成分量でN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>Oが3.6~7.2:14.4~19.2:6.0~10.4kgとし、1区面積は5.18~7.78m<sup>2</sup>として、乱塊法3反復で実験を行った。子実重および収量構成要素の莢数、一莢内粒数および百粒重を調査した。

いずれの試験地においても、上述の栽植株数を3水準(2300株/10a、1800株/10a、1500株/10a)とする因子として、圃場内に3ブロックを設け、乱塊法による実験を行った。解析方法は、試験地を変量模型、栽植株数を母数模型として、2007年の実験と同様にMcIntosh(1983)の解析法による(第4表)。また、土壌化学性のうち、虎豆の子実重との相関が高い作土層の熱水抽出性窒素含量(唐私信)を調査した。

### 3. 収益性の比較

2300株/10aの4本/株の生産者慣行に対し、株数の減少で削減できるコストならびに減収による損失から経済性の試算を行い、減収程度と収益差の関係を比較した。試算は、北海道北見地方の虎豆生産者の事例を用いて、生産者慣行密度栽培で400kg/10aの高収圃場、300kg/10aの平均収量圃場、200kg/10aの低収圃場の3条件において検討

第2表 生産者慣行栽植株数2300株/10aにおける株当たり本数が子実重、収量構成要素および最大生育期の茎葉重に及ぼす影響。

	株当たり 本数	莢数 (個/m <sup>2</sup> )	総重 (kg/10a)	子実重 (kg/10a)	同左比 (%)	一莢内 粒数	百粒重 (g)	最大生育期	
								茎葉乾物重 (kg/10a)	4本対比 (%)
	2	124.4	438	342	93	3.75	73.5	(309)	(92)
	4	136.8	477	367	100	3.67	72.9	(336)	(100)
	6	130.4	463	351	96	3.72	72.6	(308)	(92)

分散分析

	自由度	平均平方							
試験地 (A)	2	309.6	5789	4313	-	0.45*	12.52	-	-
ブロック / 試験地 (A)	3	231.5	3131	1590	-	0.03	1.71	-	-
株当たり本数 (B)	2	218.7	2146	684	-	0.02	1.10	-	-
(A) × (B)	4	59.2	722	333	-	0.08	1.35	-	-
誤差	6	116.5	1589	1906	-	0.08	3.44	-	-
誤差#	10	93.6	1242	1277	-	0.08	2.60	-	-

2007年、北海道立北見農業試験場圃場および生産者2圃場の計3圃場の平均。但し、最大生育期の茎葉乾物重は生産者2圃場の平均。子実重、百粒重は水分15%換算値。最大生育期は播種後84日目の調査。分散分析は試験地を变量模型、株当たり本数を母数模型として行った。ブロック / 試験地 (A) : ブロック + ブロック × 試験地 (A)。\* は5%水準で有意差があることを示す。(A) × (B) の平均平方の値が誤差に比べ小さいので、(A) × (B) を誤差にプールした誤差#を求め、株当たり本数 (B) の有意差検定に用いた。

第3表 疎植1800株/10aにおける株当たり本数が子実重、収量構成要素および茎葉重に及ぼす影響。

	株当たり 本数	莢数 (個/m <sup>2</sup> )	総重 (kg/10a)	子実重 (kg/10a)	同左比 (%)	一莢内 粒数	百粒重 (g)	最大生育期	
								茎葉乾物重 (kg/10a)	4本対比 (%)
	2	107.9	388	305	90	3.82	73.9	(244)	(85)
	4	122.0	440	340	100	3.72	74.6	(286)	(100)
	6	119.3	427	325	96	3.67	73.6	(258)	(90)

分散分析

要因	自由度	平均平方							
試験地 (A)	2	769.4*	10096	9862	-	0.13*	7.97	-	-
ブロック / 試験地 (A)	3	61.1	4207	1204	-	0.01	4.23	-	-
株当たり本数 (B)	2	350.4**	5228	2234	-	0.02	0.89	-	-
(A) × (B)	4	4.9	373	161	-	0.02	2.72	-	-
誤差	6	65.8	1897	2146	-	0.03	8.49	-	-
誤差#	10	41.5	1287	1352	-	0.03	6.18	-	-
(B) の LSD (0.05)		8.3	-	-	-	-	-	-	-

2007年、北海道立北見農業試験場圃場および生産者2圃場の計3圃場の平均。但し、最大生育期の茎葉乾物重は生産者2圃場の平均。子実重と百粒重は水分15%換算値。最大生育期は播種後84日目の調査。分散分析は試験地を变量模型、株当たり本数を母数模型として行った。ブロック / 試験地 (A) : ブロック + ブロック × 試験地 (A)。\*\* は1%水準、\* は5%水準で有意差があることを示す。(A) × (B) の平均平方の値が誤差に比べ小さいので、(A) × (B) を誤差にプールした誤差#を求め、株当たり本数 (B) の有意差検定および同LSDの計算に用いた。

第4表 栽植株数が子実重および収量構成要素に及ぼす影響.

	栽植株数 (株/m <sup>2</sup> )	莢数 (個/m <sup>2</sup> )	子実重 (kg/10 a)	農家慣行比 (%)	一莢内 粒数	百粒重 (g)
	2300	126.4	349	100	4.03	67.1
	1800	118.8	333	95	4.10	67.3
	1500	110.5	311	89	4.12	67.0
分散分析						
要因	自由度	平均平方				
試験地 (A)	8	8576**	96777**	—	0.19**	175.8**
ブロック / 試験地 (A)	18	385	4974	—	0.05	1.9
栽植株数 (B)	2	1702**	96560**	—	0.05	0.5
(A) × (B)	16	63	293	—	0.02	0.9
誤差	36	126	1565	—	0.02	2.8
誤差#	52	106	1173	—	0.02	2.2
(B) の LSD (0.05)		5.6	19	—	—	—

2011年, 生産者9圃場の平均. 生産者慣行は2300株/10a. いずれも株当たり4本栽植.

子実重と百粒重は水分15%換算値. 分散分析は試験地を変量模型, 栽植株数を母数模型として行った. ブロック/試験地(A): ブロック+ブロック×試験地(A). \*\*は1%水準で有意差があることを示す. (A)×(B)の平均平方の値が誤差に比べ小さいので, (A)×(B)を誤差にプールした誤差#を求め, 株当たり本数(B)の有意差検定および同LSDの計算に用いた.

した. 試算に用いた資材などの価格は2012年の北海道の高級菜豆栽培主要農協における値である. すなわち, 種子が723円/kg, 75.0g/100粒, 支柱竹が45円/本, 償却年数6年, 支柱竹の作業に関する雇用労働費が900円/時間, 生産者手取り生産物価格が28,000円/60kgとした. また, 現地実態調査(網走農業改良普及センター 2012)に基づく竹の使用に関する労働時間は, 2300株/10aの4本/株の生産者慣行密度で26.1時間/10aである.

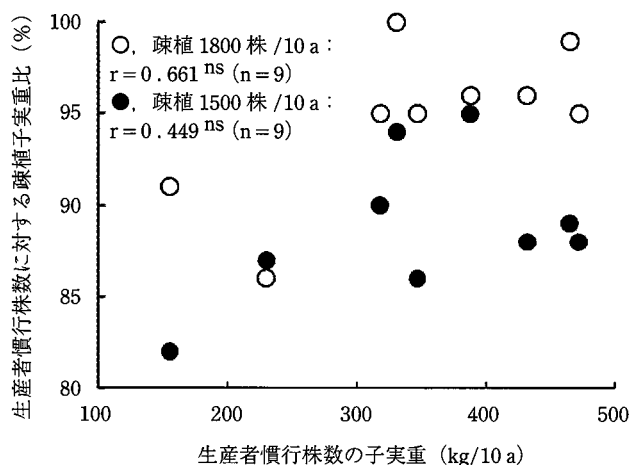
なお, 統計解析は, 分散分析についてはエクセル2010を用い, 相関係数についてはエクセル関数を用いてそれぞれ行った.

## 結 果

### 1. 株当たり栽植本数と収量の関係

2300株/10aの生産者慣行栽植株数において, 株当たり本数1, 2, 4本で比較した場合, 第1表に示すように総重と子実重は, 株当たり本数が少なくなるほど5%水準で有意に減少する傾向にあった. 2本区における子実重は, 4本区に比べて4%の減少にとどまったが, 1本区は4本区対比で20%低かった. 収量構成要素について, 莢数は子実重と同様, 株当たり本数が少なくなるほど減少する傾向にあり, 株当たり本数1本区と2, 4本区との間の差が大きかった. 一莢内粒数および百粒重は, 有意差は認められなかったものの, 株当たり本数が少ないほど値が大きくなる傾向にあった.

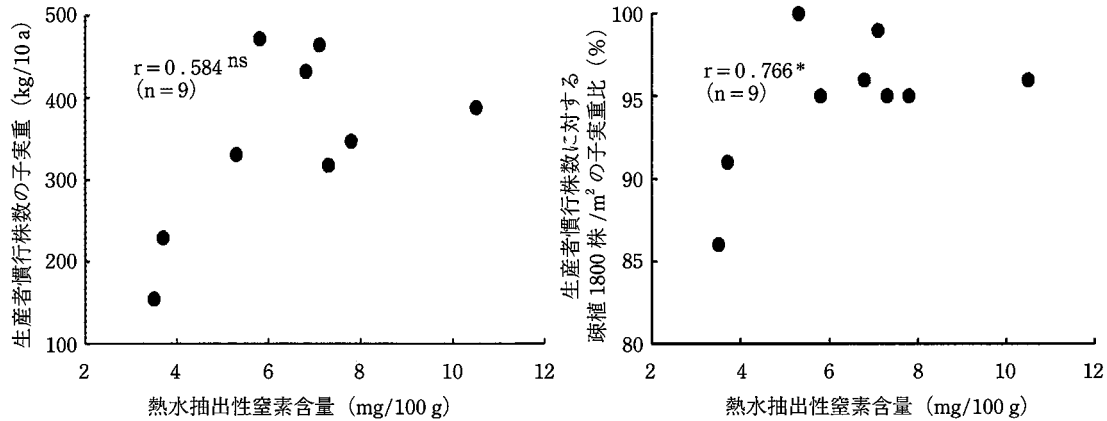
2300株/10aの生産者慣行の栽植株数および1800株/10aの疎植における株当たり本数2, 4, 6本の比較では, 試験場所と本数との間に交互作用が認められず3圃場の平均で示した. その結果, 第2表, 第3表に示すように, 生産者慣行と疎植ともに総重と子実重が類似した傾向を示し,



第1図 生産者慣行2300株/10aの子実重とそれに対する疎植1800株/10aおよび1500株/10aの子実重比との関係. 株当たり本数はいずれも4本. 2011年, 生産者9圃場のデータ. nsは有意でないことを示す.

ともに2本区では4本区より軽く, 6本区は4本区と同等かやや軽かった. これらの差異は, たとえば子実重では4本区に対比して, 2本区が89~94%, 6本区が96~97%と特に疎植2本区と4本区の間で大きかった.

莢数は, 生産者慣行, 疎植とも, 2本区では4本区に比べ9~12%少なく, 6本区では生産者慣行の場合で4本区と同等かやや少なく, 疎植ではほぼ同等であり, 子実重とほぼ同様の傾向であった. 一莢内粒数は処理間に有意差は認められず2本区が4本区に比べて同等か若干多く, 6本区は4本区と同等であった. 百粒重も生産者慣行と疎植ともに3処理間の差が小さかった. 生産者圃場2箇所の最大生育期(播種後84日目)における莢葉重は, 子実重と同様



第2図 作土の熱水抽出性窒素含量と生産者慣行株数2300株/10aの子実重(左図)およびそれに対する疎植1800株/10aの子実重比(右図)との関係。  
株当たり本数はいずれも4本。2011年、生産者9圃場のデータ。\*は5%水準で有意、nsは有意でないことを示す。

の傾向で、生産者慣行と疎植とも4本区が最も多かった。

### 2. 単位面積当たり株数と収量の関係

上記1.で収量が多くなると見込まれた、株当たり本数4本の条件において、生産者9圃場の平均子実重には、第4表に示すように栽植株数の処理間に1%水準で有意差が認められ、一方、試験場所と栽植株数の間で交互作用は認められず、2300株/10aの生産者慣行対比で、1800株/10aの疎植Iが95%、1500株/10aの疎植IIが89%と低くなった。また、第1図に示すように慣行株数での子実重が低いほど疎植I、疎植IIともに疎植による減収程度が大きい傾向があった(各、 $r=0.661^{ns}$ ,  $r=0.449^{ns}$ , いずれも  $n=9$ )。莢数には栽植株数の間に1%水準で有意差が認められ、一方、試験場所と栽植株数の間で交互作用は認められず、概ね子実重と同様、栽植株数が少ないほど少なくなる傾向であった。疎植Iの莢数は生産者慣行より5%水準で有意に少なく、同様に疎植IIは疎植Iに比べてさらに有意に少なかった。一方、一莢内粒数は疎植Iと疎植IIが生産者慣行に比べて同等かやや多かったが、その差は小さかった。百粒重も疎植I、疎植IIともに全試験場所で生産者慣行株数と同等であった。

生産者9圃場における作土中の熱水抽出性窒素含量と生産者慣行の子実重との関係を第2図に示した。熱水抽出性窒素含量が高いほど、有意ではないが子実重は多い傾向が認められた( $r=0.584^{ns}$ )。同様に熱水抽出性窒素含量と、生産者慣行に対する疎植Iの子実重対比との関係を見ると、有意な正の相関関係( $r=0.766^{**}$ )がみられ、とくに疎植Iの減収程度が87%~91%と大きかった2圃場は、生産者慣行の子実重が200kg/10aと軽く、熱水抽出性窒素含量がほぼ4mgと低い圃場であった。

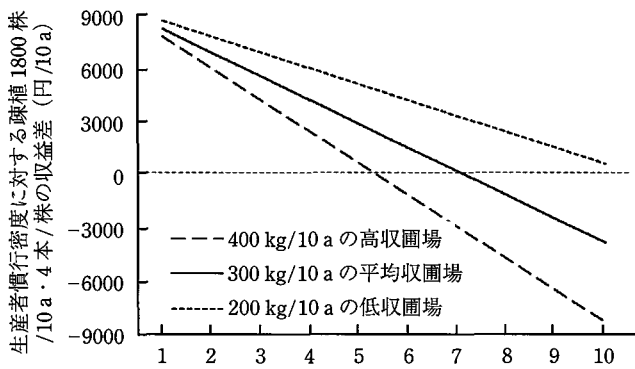
### 3. 収益性の比較

上記2.において、栽植株数を生産者慣行(2300株/10a)

から20%減じた疎植I(1800株/10a)の場合の減収程度は平均で5%であったが、35%減じた疎植II(1500株/10a)の減収程度は平均で11%に達した。1割の減収を経費の削減で補うことは困難であると判断し、2300株/10aと4本/株の生産者慣行密度栽培から減収程度の小さかった1800株/10aと4本/株の疎植Iに変更した場合の収益性について試算した。

栽植株数を減らすことで削減可能な経費は、種子代金、支柱竹代金および雇用労賃である。生産者慣行株数から疎植Iに変更することで20%の削減に相当する10a当たり500株を減らせることから、種子代金は500株×4粒/10a=2000粒/10a、723円/kg、75g/100粒から1085円/10a、支柱竹代金は500本/10a、45円/本、償却年数6年の1年分として3750円/10a、用いる労賃は現地実態調査に基づく竹の使用に関する人力の労働時間の株数減少2割分、すなわち26.1時間×20%/10a×900円/時間の4698円/10aとなり、削減可能経費は1085+3750+4698円で9533円/10aと試算された。

一方、減収に伴う損失分は、生産者手取りの生産物価格28,000円/60kgに減収割合を乗じた金額である。削減可能経費から減収に伴う損失分を引いた金額が収益である。400kg/10aの高収圃場、300kg/10aの平均収量圃場、200kg/10aの低収圃場の場合について、生産者慣行に対する疎植Iの減収程度と収益差の関係を第3図に示した。すなわち、疎植Iの収益が生産者慣行と一致する減収程度は、高収圃場で約5%、平均収量圃場で約7%、低収圃場で約10%であった。第1図で示したように生産者慣行で子実重300kg/10a未満の低収圃場の減収程度は9~14%であり、疎植Iの収益性が低いと思われた。一方、生産者慣行で子実重300kg/10a以上の7箇所では、いずれも疎植Iにおける子実重の生産者慣行対比の減収程度が5%より低く、慣行よりも収益性が高いと思われた。



疎植 1800 株 / 10 a · 4 本 / 株の減収率 (生産者慣行密度対比, %)

第3図 生産者慣行密度 2300 株 / 10 a · 4 本 / 株に対する疎植 1800 株 / 10 a · 4 本 / 株の減収率と収益差との関係。

2012 年, 北海道北見地域の JA きたみらいによる以下の条件で算出。

種子代: 723 円 / kg, 75.0 g / 100 粒。支柱竹代: 45 円 / 本, 償却年数 6 年。

支柱竹労賃: 900 円 / 時間。竹使用人力労働時間: 生産者慣行密度で 26.1 時間 / 10 a。

## 考 察

### 1. 株当たり本数

現行の生産者栽培では, 株当たり播種粒数は 2 粒または 4 粒に設定して播種されることが多い。さらに数畦に 1 列, 畦間に補植用の種子を播種し, 第 1 本葉展開期頃に未出芽となった箇所にスコップにより移植し, 株当たり設定本数に調整することが一般的である。一方, 株当たり播種粒数を 2 粒に設定したものの, 古い種子の使用などによる発芽不良のため株当たり本数が 1 本となり, そのまま栽培されている事例もある。本研究では, 2006 年の試験において株当たり 1 本区の収量は, 2 本区や 4 本区対比 16~20% 少なかった (第 1 表)。夏季が高温で生育量が大きくなる場合や, 土壌の窒素肥沃度が高く生育が旺盛な場合であっても, 1 本区の収量が 2 本区並に達することは難しいと考えられる。株当たり本数を 1 本のまま栽培することは避けなければならない。

株当たり本数 2~6 本の間で比較した場合, 2300 株 / 10 a の生産者慣行栽植株数, 1800 株 / 10 a の疎植ともに子実重が 2 本と 6 本では 4 本の場合に比べ同等またはやや少なく, 株当たり本数 4 本が最大であった (第 2 表, 第 3 表)。生産者圃場 2 箇所における最大生育期の茎葉重は, 子実重と同様の傾向で 4 本区が最も多く, 株当たり本数を 6 本に増やしても増加は認められなかったことから (第 2 表, 第 3 表), この結論は妥当であると思われる。株当たり本数の調整は容易で, コストの差は 500 株 × 2 粒 / 10 a = 1000 粒 / 10 a の 543 円 / 10 a の種子代の差であり, 減収のリスクに比べると小さいことから, 株当たり本数を 4 本となるように播種することが適当と考えられる。

株当たり本数が 3 本のときの子実重は, 4 本に比べてや

や少なくなると思われるが, 3 本では 2 本と 4 本の平均と仮定すると 98% で 4 本植とほぼ同等である (第 1 表)。通常の管理では, 4 本の竹 (株) を 1 シマとして上部で結束する。株当たり本数が 3 本の場合でも, 収量は株当たり 4 本とほぼ変わらないことから, 発芽率が保障されている販売種子などを用い, 株当たり 4 粒で播種し欠本数が 1 シマ当たり 1~2 本程度なら減収も 2% 程度にすぎないため, 現在行われている株当たり本数を 4 本に揃える補植作業は省略できると考えられる。一方, 補植用の余り苗を用いて, 株当たり本数を 4 本より増やして栽培する場合はあるが, 4 本より多くしても増収効果は期待できないので, このような作業を行う必要はない。

### 2. 栽植株数

上記試験の結果より株当たり栽植本数は 4 本が適切であることが明らかとなったため, 株当たり栽植本数を 4 本とし, 栽植株数を 2300 株 / 10 a の生産者慣行, 生産者慣行から 20% 株数を減じた 1800 株 / 10 a の疎植 I, 同 35% 減じた 1500 株 / 10 a の疎植 II の 3 処理を 9 箇所の生産者圃場に設け, 収量性や収量構成要素の異同を比較した。その結果, 子実重は 1% 水準で有意差が認められ栽植株数が少ないほど減少した (第 4 表)。収量構成要素でみると, 莢数は子実重と同様の傾向を示し, 栽植株数が少ないほど減少した。一方, 一莢内粒数および百粒重は変動が小さく, 処理間の有意差は認められなかった。株当たり本数を 2~6 本で実施した処理でも一莢内粒数と百粒重の変動は小さく (第 2 表, 第 3 表), わい性菜豆および半つる性菜豆での栽植密度に対する収量構成要素の反応は, 莢数が大きく, 一莢内粒数および百粒重が小さいとする田中ら (1973) の報告と同様の傾向であった。子実重は, 疎植 II で最高でも生産者慣行対比 95%, 平均が同比 89% と減収程度が大きかったのに対し, 疎植 I では, 平均が生産者慣行対比 95% で 200 kg / 10 a 以下の低収圃場に該当した生産者圃場 2 箇所を除く 7 箇所の減収率は 5% 以下であったことから, 疎植 I の 1800 株 / 10 a は, 低コスト省力栽培に適する栽植株数と考えられた。

### 3. 収益性

本試験では, 栽植株数を減じた場合の経済性評価を行った。1500 株 / 10 a の疎植 II は減収が 2011 年の試験では平均で 11%, 38 kg / 10 a となり生産者手取り生産物価格 28,000 円 / 60 kg から 17,733 円 / 10 a の減益となる。これでは収益性の低下が大きく, 生産者が賛同することは困難であると考えられた。そこで栽植密度を 2300 本 / 10 a の生産者慣行から 1800 本 / 10 a の疎植 I に変更した場合の収益性を, 経費として 2012 年北見地域の種子代, 支柱竹代および竹の作業に関する人力の労働費と減収程度から試算した。疎植 I の収益が生産者慣行と一致する減収程度は, 400 kg / 10 a の高収圃場で約 5%, 300 kg / 10 a の平均収量圃

場で約7%, 200 kg/10 aの低収圃場では約10%であった(第3図)。一方、生産者慣行の栽植株数で子実重300 kg/10 a未満の2圃場では、疎植Iの減収程度が9~14%であり(第1図)、疎植Iの収益が生産者慣行の栽植株数より劣る場合があった。熱水抽出性窒素含量が低い圃場は低収圃場となりやすいが(唐私信)、この2圃場の作土中の熱水抽出性窒素含量は概ね4 mg/100 gと他に比べ低かった(第2図)が、今後、収量との関係を解析する必要がある。以上のことから、熱水抽出性窒素含量が低く虎豆の収量が300 kg/10 a未満と見込まれる圃場では、従来通りの生産者慣行密度による栽培が必要と考えられるが、概ね300 kg/10 a以上の収量が見込まれる圃場であれば、生産者慣行密度から2割減じた疎植Iで栽培しても、現行の生産者慣行の密度栽培以上の収益は確保できると考えられる。

疎植Iの栽植密度で栽培した場合、竹に関する人力の労働時間は生産者慣行の10 a当たり26.1時間に栽植株数の比を乗じて、10 a当たり5.22時間の短縮が可能と見積もられた。栽植株数を減じることは経費の削減により収益性を維持できるだけでなく、主産地の訓子府町における虎豆の1戸当たりの平均栽培面積は約1 haで、その作業時間は年261時間となり労力的負担が大きいことから、虎豆栽培に対する時間的節約の効果も栽植株数の決定には、重要な要素である。

#### 4. 残された課題

大豆、小豆、菜豆などのわい性マメ類の収穫は、鎌で刈り倒し-ニオ積み-脱穀の体系から、ピーンカッターによる刈り倒し-ニオ積み-脱穀の作業体系へと変化し、さらに近年はコンバインによる直接収穫も行われ、飛躍的に労働時間を短縮してきている。一方、高級菜豆はその草型から、栽培体系が以前からほとんど変わらず、鎌で根切りする作業に始まる収穫体系から進歩していない。本研究では、高級菜豆の栽培上、生産者から最も敬遠されている支柱竹に関する労働時間について、概ね生産者慣行密度で300 kg/10 a以上が期待できる圃場では、栽植密度の低下により慣行密度栽培の26.1時間/10 aより2割減ずることが

できることを示した。しかし、依然として他の豆類より栽培作業に要する時間が多いため、さらなる省力化が求められる。

謝辞：本試験の実施に当たり、網走農業改良普及センター、JAきたみらい訓子府支所三ヶ山係長およびJAきたみらい訓子府支所豆類振興会の生産者の方々には多大なご協力を頂いた。また、元北見農業試験場原令幸生産研究部長にはご配慮を賜った。本稿をとりまとめるにあたり北見農業試験場長志賀弘行博士、同研究部長中津智史博士ならびに同富田謙一研究主幹には懇切なご校閲を頂いた。また、日本作物学会和文誌編集委員会の地域編集員として北海道大学名誉教授岩間和人博士ならびに上川農業試験場研究部長丹野久博士に本論文の校閲にご尽力いただいた。統計解析について、元関西福祉大学教授和田武夫博士よりご指導頂いた。各位に厚く謝意を表します。

#### 引用文献

- 網走農業改良普及センター 2012. 白花豆栽培における労働軽減対策。平成24年度網走農業改良普及センター研究課題成果, 1-13.
- 北海道農務部畑作振興課 1988. 高級菜豆関係資料, 1-69.
- 北海道農政部食の安全推進局技術普及課 2013. 北海道農業生産技術体系(第4版), 32-33.
- 黒崎英樹・土田優・赤司和隆・土屋俊雄・下小路英男・富田謙一・今野一男・高木修一・瀬尾貞信・新井元美・土屋正樹・国井信一・角丸正一・鳥越隆雄 2003. 留辺蘂町における白花豆に対する開花盛期の窒素供給効果の実証と経済評価. 北農 70: 282-292.
- McIntosh, M.S. 1983. Analysis of combined experiments. Agron. J. 75: 153-155.
- 南忠・伊藤平一・及川邦男・番場宏治 1991. 菜豆新品種「福虎豆」の育成について. 北海道立農試集報 62: 13-22.
- 中津智史・沢口正利 1987. 胆振管内における高級菜豆の施肥法改善に関する研究 第3報 大福, 虎豆における窒素の施肥反応と施肥法. 土肥学会講演要旨集 33: 229.
- 留辺蘂町・北見地区農業改良普及所・留辺蘂農業協同組合・温根湯農業協同組合 1973. 高級菜豆栽培実態調査, 1-21.
- 留辺蘂町・北見地区農業改良普及所 1987. 高級菜豆の栽培技術, 1-44.
- 田中明・宇都木久夫・小野千文 1978. 菜豆の栄養生理学研究(第7報) 矮性種と半蔓性種の栽植密度反応の比較. 土肥誌 49: 290-295.



**Cultivating Techniques for “Toramame” (*Phaseolus vulgaris* L.) in Hokkaido Kitami District—Improvement of Plant Density for Saving Labor—** : Hideki KUROSAKI, Seiji TOH, Masayuki ONODERA and Toru TAKEUCHI (*Hokkaido Research Organization Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Yayoi, Hokkaido, 099-1496, Japan*)

**Abstract** : The number of strut bamboos is determined by the planting density in “Toramame” cultivation. Usually strut bamboos are set up and taken away manually, which accounts for nearly 75% of the total labor (35hours/10 a). The planting density has been based on the experience of the farmer. We investigated the correlation of seed yield with planting density, the number of hills per unit area and that of plants per hill. The optimum number of plants per hill from 1 to 6 plants per hill examined was 4 either when the number of hills was 2300 or 1800 hills/10 a. The yield in 1500 hills/10 a (35% lower than the conventional density) was 11% lower than the conventional yield, but the yield in 1800 hills/10 a (20% lower than the conventional density) was decreased less than 5% on the average. The yield reduction due to fewer hills was greater in the fields with lower yields. In addition, the yield was lower and the rate of yield reduction due to fewer hills was higher in the field with a lower level of autoclaving extractable nitrogen in the soil. Considering the costs in 2012, the profits with 1800 hills coincided with those with 2300 hills when the yield reduction rate was approximately 5% in the high yield field (400 kg/10 a), 7% in the average yield (300 kg/10 a), and 10% in the low yield (200 kg/10 a). The yield reduction rates in 1800 hills compared to 2300 hills in 7 out of 9 fields with higher than average yield was less than 5%. The profits of 1800 hills in those 7 fields were equal to or higher than those with 2300 hills. Thus, we considered that the planting density of 1800 hills/10 a brought 20% reduction in the labor hours related to the strut bamboos without loss of benefits.

**Key words** : Labor saving, Plant density, Pole-typed kidney bean, Toramame.

---