

南西諸島冬季の短日環境における普通ソバ (*Fagopyrum esculentum* Moench) の農業関連形質の品種間差異

原貴洋¹⁾・照屋寛由²⁾・塩野隆弘^{1,3)}・生駒泰基¹⁾・手塚隆久¹⁾・松井勝弘¹⁾・道山弘康⁴⁾

(¹⁾九州沖縄農業研究センター, (²⁾沖縄県農業研究センター名護支所, (³⁾農村工学研究所, (⁴⁾名城大学農学部)

要旨：南西諸島に適した普通ソバ品種の導入、開発に資するために、沖縄本島の名護市において国内の普通ソバ5品種を11月上旬、12月下旬、3月上旬の3時期に播種して栽培し、成熟期に農業関連形質を調査した。いずれの作期においても、150粒 m²とした密播処理区の子実収量は50粒 m²とした粗播処理区に比べて1.3~3.4倍高かった。主茎長、初花節位、主茎花房数、花房あたり開花数は、日本の他地域での試験栽培で報告された値に比べて少なく、その一因として、栽培期間中の短日条件の影響が考えられた。主茎長、主茎花房数、花房あたり開花数、千粒重についての品種間差は、日本の他地域での試験栽培で報告された順序とほぼ一致していたため、他地域において認められる形質の品種間差は南西諸島においても類似していると考えられた。生育期間中に極度の短日条件が続く11月上旬播種、12月下旬播種の作期においては、子実収量と、主茎花房数および個体当たり花房数との間に有意な正の相関が認められた。

キーワード：赤土流出、沖縄、サトウキビ、収量構成要素、主茎花房数、土壤保全、播種密度、輪作。

南西諸島には赤色酸性土壌が広く分布し、国頭マージ土壌と称されている。国頭マージ地域ではサトウキビ、パイナップルが主作物となっているが、収益性が不十分であるうえに、作物栽培にともなう土壌侵食が問題となっている。それらへの対策として適当な間作物や輪作物が求められている(大城 1997, 翁長ら 1999, 新崎ら 2001, 仲地 2002)。最近、ソバ栽培による土壌侵食の防止効果が実証されている(塩野ら 2007)。ソバは生育期間が短く、粗放な栽培管理ですむことから、主作物の栽培に影響を与えることなく、輪作に取り入れやすい。しかし、南西諸島での夏または秋の栽培を考えると高温による結実障害(岩崎 1947, 中村・中山 1950, 杉本・佐藤 1999)や台風の害が危惧されるため、栽培が成功する可能性は極めて低い。ところが、冬季に目を向けると、台風が無く、かつ温暖なため、栽培が成功する可能性がある。さらに、この時期にソバ栽培ができれば、他産地とは異なる端境期に出荷でき(柴田 1984, Vinningら 2001)、実需者が強く求める国産の安定供給(注：日本蕎麦協会 2006, 平成17年度国産そば市場化調査報告書)に資することもできる。しかし、これまでに八重山地域において11月下旬播種、2月中旬播種、3月中旬播種で栽培した例が一つあるが(新崎ら 2001)、子実収量が12g m²以下と極めて低い水準であった。この他には、南西諸島におけるソバの栽培に関する知見はみあたらない。

ソバの生長、結実は日長により大きく影響を受け、品種の生態型によりその反応が異なることが明らかにされている(Michiyamaら 2003, 2005)。それらの知見は日長13時間~16時間で行われた研究の結果であり、九州以北の春

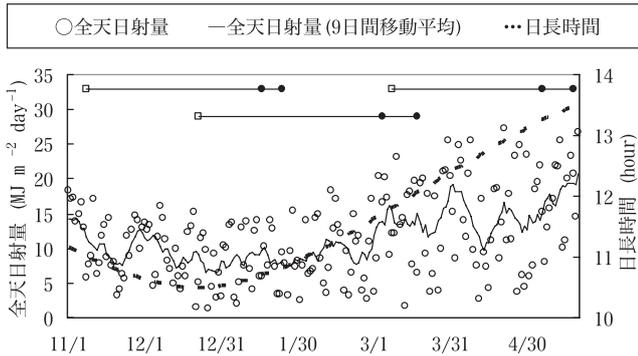
~秋の日長の影響と考えられる。しかし、南西諸島の冬季は日長が11時間以下の短日が続く、ソバ栽培にとっては特殊な日長条件である。既存のソバ品種は九州以北の環境下で選抜を受けたものであることから、南西諸島のこのような日長に適合するか否かは不明である。したがって、南西諸島冬季の栽培に適する品種の導入および開発を進めるためには、南西諸島の冬季におけるソバの生長、結実に関する知見が必要である。

そこで、本研究では国内のソバの夏型、秋型および中間型の5品種を11月上旬、12月下旬、3月上旬の3時期に播種し栽培し、(1)生長、結実に関して品種群の形質を明らかにし、(2)ソバの農業関連形質に対する品種、播種法、施肥量の影響を調べ、(3)子実収量と諸形質の関係を検討した。

材料と方法

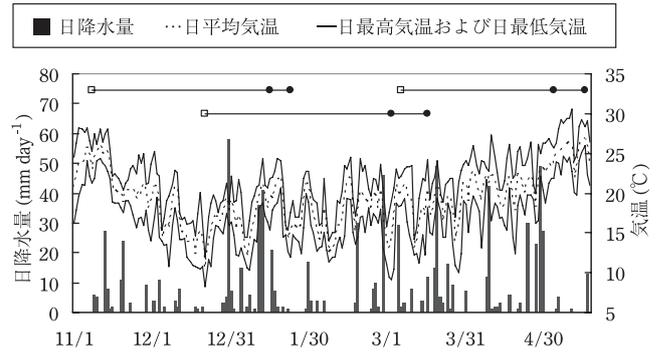
実験材料として、「しなの夏そば」、「階上早生」、「信濃1号」、「宮崎在来」、「東祖谷山」の5品種を用いた。上記品種の内、しなの夏そばおよび信濃1号は長野県中信農業試験場、階上早生は青森県農林総合研究センター畑作園芸試験場から分譲を受けた。宮崎在来(JP48617)、東祖谷山(JP48598)は農業生物資源研究所ジーンバンクから分譲を受け、九州沖縄農業研究センターで増殖した。しなの夏そばは夏型品種、宮崎在来は秋型品種、階上早生および信濃1号は中間型品種と考えられている(道山・林 1998a, Michiyamaら 2003, 2005)。

実験は2005年11月~2006年5月に沖縄県名護市の沖縄県農業研究センター名護支所内で行った。圃場は国頭マ



第1図 栽培期間中の日長時間および日射量。

□は播種日, ●で挟まれた区間は成熟期間を示す。



第2図 栽培期間中の降水量および気温。

□は播種日, ●で挟まれた区間は成熟期間を示す。

ジ土壤で、圃場全体の作土層から採取した土壤のpH (H₂O) は4.7であった。播種期として11月8日、12月22日、3月8日の3回を設定した。播種方法は粗播および密播の2水準を設定し、それぞれ条間60cm、播種密度50粒m²および条間30cm、播種密度150粒m²とした。窒素肥料水準は、少肥および多肥の2水準を設定し、2g m²および5g m²を播種前に土壤混和した。リン酸およびカリはそれぞれ8g m²および6g m²を播種前に土壤混和した。栽培法を主区、品種を副区とする3反復分割区法とした。ただし、信濃1号については、粗播、少肥の処理区のみを設定した。

各区の成熟期に条に沿って1m長の全個体を刈り取り、中庸の6個体の主茎長、主茎花房数、個体当たり花房数を調べ、主茎初花節位花房については開花数と結実数を調べ結実率を算出した。初花節位は子葉節を数えず第1本葉の節を第1節とした。主茎花房数および個体当たり花房数は、集合花房の中のそれぞれの花房も1個と数えた。刈り取った全個体から子実を採取し、80℃乾燥後、地上部全重、子実重および千粒重を秤量した。成熟期は11月8日、12月22日および3月8日の播種で、それぞれ1月16~24日、3月4~18日および5月6~18日であった。

日長時間は国立天文台発表の那覇市のデータを用い、日の入り時刻と日の出時刻の差を算出した。降水量、気温については、気象庁名護観測所のデータを用いた。日射量は気象庁那覇観測所のデータを用いた。

結 果

1. 栽培期間中の日長時間、日射量、降雨、気温

第1図に栽培期間中の日長時間および日射量を、第2図に降水量および気温を示した。那覇観測所における日射量と日照時間の間、および、名護観測所と那覇観測所の日照時間の間には正の相関が認められたため、那覇観測所の日射量データは本実験で参考にてきた。日長については、11月上旬播種の作型では、播種日においてほぼ11時間で、その後減少し、12月20日前後に10時間30分の最小値となり、成熟期に最大10時間50分まで増加した(第1図)。

12月下旬播種の作型では、播種日においてほぼ10時間30分で、成熟期の最大約12時間10分まで次第に増加した。3月上旬播種の作型では、播種日においてほぼ11時間50分で、成熟期の最大約13時間30分まで次第に増加した。

気温日較差は平均で5.2℃であった(第2図)。生育期間を通して降雨の頻度が高く(第2図)、3月上旬播種において播種日前後の降水量が他の作期より多かった。日射量については、9日間移動平均は6.4~20.8であり、3月上旬以降の日射量は、それ以前より比較的高かった(第1図)。

2. 子実収量

子実収量の最大値は、宮崎在来を11月上旬播種した密播多肥区において135g m²であった(第1表)。粗播区では12~52gと著しく少ない値となった。いずれの作期においても栽培法の効果は有意となり、150粒m²とした密播の方が50粒m²とした粗播より1.3~3.4倍高かった。いずれの作期においても品種間差は有意となり、宮崎在来はしなの夏そばより高かった。

3. 地上部全重および個体数

地上部全重は、いずれの作期においても栽培法の効果が有意となり、密播、多肥の方が、粗播、少肥より多かった(第2表~第4表)。いずれの作期においても地上部全重の品種間差は有意となった。いずれの品種、栽培法についても、3月上旬播種で最も少なく、11月上旬播種で最も多かった。

各作期の密播区での1m²当たり個体数の平均値は、11月上旬播種で136個体、12月下旬播種で133個体、3月上旬播種で117個体であった。

4. 主茎長

しなの夏そばの主茎長は33~49cmであった。いずれの品種の平均値も12月下旬播種において最も小さかった(第2表~第5表)。

いずれの播種日においても主茎長の品種間差は有意であ

第1表 子実収量 (g m⁻²) に及ぼす品種および栽培法の影響。

播種密度 (粒 m ⁻²) 窒素施肥量 (g m ⁻²)	50		150		平均
	2	5	2	5	
11月8日播種					
しなの夏そば	20	27	66	64	44 a
階上早生	52	47	91	88	70 a
宮崎在来	47	52	90	135	81 a
東祖谷山	51	50	122	120	86 a
平均	42	44	92	102	
	e	e	f	f	
品種					***
栽培法					***
品種×栽培法					n. s.
12月22日播種					
しなの夏そば	15	12	35	40	26 a
階上早生	20	21	36	41	29 a
宮崎在来	29	31	47	48	39 a
東祖谷山	20	19	42	49	33 a
平均	21	21	40	44	
	e	e	f	f	
品種					***
栽培法					**
品種×栽培法					n. s.
3月8日播種					
しなの夏そば	26	30	42	39	34 a
階上早生	33	30	38	62	41 a
宮崎在来	31	36	43	48	40 a
東祖谷山	23	22	31	40	29 a
平均	28	30	38	47	
	e	e	ef	f	
品種					**
栽培法					*
品種×栽培法					n. s.

*, **, *** は分散分析の結果, それぞれ5%, 1%, 0.1%レベルでの有意差があり, n.s. はないことを示す. 分散分析で有意であった要因について Holm 法による多重比較を実施した. 同一記号のついた値間には5%レベルの有意差が無い. 第2表~第5表も同様.

り, 宮崎在来の主茎長が最も長かった. 中間型の階上早生の主茎長はしなの夏そばとほぼ同じ値となった (第2表~第5表). 中間型の信濃1号の主茎長は, しなの夏そばと宮崎在来の中間の値となった (第5表).

5. 初花節位

初花節位は3.8~4.9の値で, いずれの品種も12月下旬播種で値が最も少なかった (第2表~第4表). 品種間差は3月上旬播種で有意となったが, 平均値の差は微小であった.

6. 花房数

しなの夏そばの主茎花房数は2.7~4.6個であった. い

ずれの品種も主茎花房数は12月下旬播種において最も少なくなった (第2表~第5表). 主茎花房数の品種間差はいずれの播種日においても有意となった. しなの夏そばの主茎花房数は最も少なく, 階上早生, 信濃1号の主茎花房数はしなの夏そばと宮崎在来の中間の値となった (第5表). 主茎花房数に及ぼす栽培法の効果は3月上旬播種で有意となったが, 差は小さかった.

個体当たり花房数の品種間差はいずれの播種日においても有意となり, 品種の順位は主茎花房数とほぼ一致していた. 個体当たり花房数は, 栽培法による影響が有意となり (第2表~第4表), 3月上旬播種では有意な交互作用が認められた (第4表).

7. 花房当り開花数

しなの夏そばの初花節花房の開花数は8.6~16.1であった (第2表~第4表). いずれの品種においても12月下旬播種において最も少なかった. 品種間差はいずれの作期においても有意となり, 宮崎在来の花房当り開花数はしなの夏そばより多かった. 初花節花房の開花数に及ぼす栽培法の有意な効果は認められなかった.

8. 結実率

11月上旬播種においては有意な品種間差が認められ (第2表), しなの夏そばの結実率は宮崎在来より低かった. 12月下旬播種においては品種間差は有意でなかったが (第3表), しなの夏そばの結実率は宮崎在来より低かった. 3月上旬播種では有意な品種間差が認められ, 東祖谷山, 宮崎在来はしなの夏そばより低い値となった (第4表).

9. 千粒重

千粒重の品種間差は有意となり, いずれの作期でも大きな品種からしなの夏そば, 階上早生, 宮崎在来, 東祖谷山の順であった (第2表~第4表). 千粒重に及ぼす栽培法の有意な効果は認められなかった.

10. 品種間差の標準偏差

品種間のばらつきの程度を知るために, 初花節位および主茎花房数の標準偏差を算出した (第6表). 主茎花房数および初花節位の品種間差の標準偏差は, 既存の報告より小さかった.

11. 子実収量と各形質の相関関係

子実収量と各形質の関係を知るために, 播種期別に主茎花房数, 個体当たり花房数, 初花節花房開花数, 初花節花房結実率, 千粒重および地上部全重について相関関係を算出した (第7表). ただし, 粗播は密播に比べて子実収量が顕著に低かったため (第1表), 密播処理区のデータのみを用いた. 11月上旬播種, 12月下旬播種について, 主茎花房数, 個体当たり花房数は, 子実収量との間に有意な

第2表 11月8日播種の作期における農業関連形質に及ぼす品種および栽培法の影響。

	主茎長 (cm)	初花 節位	主茎 花房数	個体当たり 花房数	初花節花 房開花数	結実率 (%)	千粒重 (g)	地上部全重 (g m ⁻²)
品種	***	n. s.	***	***	***	*	***	*
しなの夏そば	46 a	4.7	4.2 a	9.9 a	13.9 a	28 a	41 c	175 a
階上早生	46 a	4.7	4.7 b	12.7 ab	13.0 a	31 ab	39 c	203 a
宮崎在来	55 b	4.8	5.4 c	16.1 bc	18.4 b	33 ab	36 b	236 a
東祖谷山	45 a	4.7	5.6 c	18.5 c	18.2 b	40 b	26 a	203 a
栽培法	**	n. s.	n. s.	**	n. s.	n. s.	n. s.	***
播種 (粒 m ⁻²) N 施肥 (g m ⁻²)								
50 2	46 e	4.8	5.3	16.3 ef	16.9	30	36	158 e
50 5	45 e	4.8	5.0	17.5 e	14.9	32	35	169 e
150 2	49 e	4.6	4.7	10.8 g	15.5	34	35	219 f
150 5	52 e	4.8	4.9	12.6 fg	16.2	37	35	333 g
品種×栽培法	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

統計処理結果の表示については第1表の注を参照。

第3表 12月22日播種の作期における農業関連形質に及ぼす品種および栽培法の影響。

	主茎長 (cm)	初花 節位	主茎 花房数	個体当たり 花房数	初花節花 房開花数	結実率 (%)	千粒重 (g)	地上部全重 (g m ⁻²)
品種	***	n. s.	***	***	***	n. s.	***	*
しなの夏そば	35 a	4.1	3.0 a	9.9 a	9.0 a	24	35 c	106 a
階上早生	36 a	4.1	3.4 ab	11.1 ab	9.2 a	23	36 c	111 a
宮崎在来	41 b	4.1	3.9 c	15.5 bc	13.9 b	28	32 b	126 a
東祖谷山	33 a	4.0	3.6 bc	16.7 c	11.1 a	30	26 a	111 a
栽培法	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.	**
播種 (粒 m ⁻²) N 施肥 (g m ⁻²)								
50 2	35	4.1	3.6	14.8 ef	11.7	26	33	90 e
50 5	36	4.2	3.8	18.3 e	10.7	27	33	104 e
150 2	35	3.9	3.2	9.5 g	11.0	26	32	118 f
150 5	39	4.1	3.3	10.6 fg	9.7	27	33	163 g
品種×栽培法	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

統計処理結果の表示については第1表の注を参照。

第4表 3月8日播種の作期における農業関連形質に及ぼす品種および栽培法の影響。

	主茎長 (cm)	初花 節位	主茎 花房数	個体当たり 花房数	初花節花 房開花数	結実率 (%)	千粒重 (g)	地上部全重 (g m ⁻²)
品種	***	*	***	***	***	***	***	***
しなの夏そば	39 a	4.3 ab	3.9 a	13.0 a	13.7 a	38 c	31 c	89 a
階上早生	39 a	4.4 ab	4.2 b	15.7 a	16.1 ab	36 bc	31 c	96 ab
宮崎在来	50 b	4.5 b	5.5 c	27.2 b	22.8 c	19 a	27 b	125 b
東祖谷山	39 a	4.2 a	5.4 c	25.6 b	18.0 b	29 b	21 a	84 a
栽培法	n. s.	n. s.	*	**	n. s.	*	n. s.	*
播種 (粒 m ⁻²) N 施肥 (g m ⁻²)								
50 2	41	4.4	5.0 e	21.2 ef	18.8	33 ef	28	80 e
50 5	43	4.4	4.9 e	27.2 e	17.5	35 f	27	96 e
150 2	42	4.2	4.8 e	15.6 f	18.3	23 e	27	118 f
150 5	40	4.4	4.3 e	17.4 f	16.0	32 ef	27	147 f
品種×栽培法	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

統計処理結果の表示については第1表の注を参照。

第5表 5品種の主茎長および主茎花房数の品種間差異.

	主茎長 (cm)	主茎花房数
11月8日播種	**	**
しなの夏そば	43 a	4.6 a
階上早生	46 a	5.2 abc
宮崎在来	52 a	5.6 bc
東祖谷山	43 a	5.7 c
信濃1号	49 a	4.8 ab
12月22日播種	*	*
しなの夏そば	34 ab	3.1 a
階上早生	35 ab	3.8 ab
宮崎在来	41 b	4.1 b
東祖谷山	31 a	3.6 ab
信濃1号	35 ab	3.2 ab
3月8日播種	***	**
しなの夏そば	40 ab	4.1 a
階上早生	39 ab	4.4 a
宮崎在来	50 c	5.9 c
東祖谷山	36 a	5.6 bc
信濃1号	42 bc	5.0 ab

粗播, 少肥処理区の結果. 統計処理結果の表示については第1表の注を参照.

正の相関が認められた. 3月上旬播種について, 地上部全重と子実収量との間に有意な正の相関が認められた.

考 察

1. 南西諸島の冬季に栽培されたソバの農業関連形質の特徴

ソバの生長開花に及ぼす日長の影響についてみると, 16時間から13時間の日長の範囲の研究では, 短日になるほど主茎長が短く, 初花節が低く, 主茎花房数および花房当たり開花数が少なくなることが知られている (Michiyamaら 2005). Lachmann and Adachi (1990) も花房あたりの開花数が短日条件で減少することを報告している. しなの夏そばを例にとると, 16時間日長では主茎長が約100 cm, 初花節が第7節, 主茎花房数が約11個, 花房当たり開花数が約50個であった. 日長が13時間に短くなると, それぞれ約50 cm, 第5節, 約8個, 約20個にまで減少した. 温度の影響については, 日長時間が約12時間から減少す

第6表 初花節位, 主茎花房数の品種間差異の標準偏差.

初花節位	主茎花房数	栽培環境
0.15	0.44	11月8日播種
0.15	0.49	12月22日播種
0.24	0.80	3月8日播種
0.34	1.09	道山・林 1998a (秋栽培)
1.07	3.36	道山・林 1998a (夏栽培)

共通に供されていた4品種, しなの夏そば, 階上早生, 信濃1号, 宮崎在来のデータから算出した.

る時期に播種した実験では (道山・桜井 1999), 昼夜気温が30-24℃で主茎長が約85 cm, 初花節が第5.2節, 主茎花房数が約7個であったが, 19-15℃の低温になると主茎長は約90 cmにわずかに長くなり, 初花節は第4.1節に, 主茎花房数は約6個に減少したがその変化は日長時間の影響と比べるとわずかなものであった. 本実験では主茎長, 初花節, 主茎花房数および初花節花房の開花数がそれらの実験結果よりさらに減少した (第2表~第5表). 本実験の気温は道山・桜井 (1999) の実験の比較的低温の25-19℃区および19-15℃区の温度条件に近かったことから, 南西諸島における冬栽培では日長時間が極短日になることが本実験のような結果をもたらしたものと考えられた. また, 本実験において開花前が最も短日になる12月下旬播種において主茎長, 初花節位, 主茎花房数および初花節花房の開花数が最も少なくなっており, これらの増減には開花前の日長が影響するとの知見と一致していた (Michiyamaら 2003).

ただし, 主茎の伸長に関しては, 昼夜温度差が小さいとやや抑制されること (道山・桜井 1999), 主茎花房数に関しては, 生育初期の遮光処理により花房数が減少したとの報告もあり (西牧ら 1978), 気温および日射量が影響した可能性も考えられる. 今後これらに関しては検討する必要がある.

ソバは土壌の過湿により, 子実重, 茎重, 地上部全重, 草丈, 茎長が減少すると報告されている (西牧 1983, 竹前 1986, 杉本・佐藤 2000). 特に, 生育初期の降雨による害が大きく, 出芽率が著しく低下する (西牧 1983, 竹前 1986, 坂田・大澤 2005). 本研究の栽培期間は頻繁に降水が認められ, 土壌が過湿であり, 生育が抑制された可能性

第7表 子実収量と各形質の相関関係.

	全播種期	11月8日播種	12月22日播種	3月8日播種
主茎花房数	0.57 **	0.87 **	0.90 **	-0.33 n.s.
個体当たり花房数	0.04 n.s.	0.80 *	0.92 **	-0.13 n.s.
初花節花房開花数	0.34 n.s.	0.62 n.s.	0.65 n.s.	-0.09 n.s.
初花節花房結実率	0.66 ***	0.64 n.s.	0.23 n.s.	0.30 n.s.
千粒重	0.17 n.s.	-0.76 *	-0.56 n.s.	0.45 n.s.
地上部全重	0.91 ***	0.70 n.s.	0.68 n.s.	0.79 *

*, **, *** はそれぞれ5%, 1%, 0.1%レベルで有意であり, n.s. はないことを示す.

がある。特に3月上旬播種の作期では、他の2作期に比べて地上部全重は低く、単位面積当たり個体数は若干少なかった。また、3月上旬播種の作期では、11月上旬播種の作期に比べて日長は長く(第1図)、日長の観点では主茎伸長が促進されたと考えられるが、逆に主茎長は短かった。3月上旬播種の作期においては、播種前後の時期に降雨が続き、生育期間中も頻りに降雨が認められたため(第2図)、土壤過湿が出芽率、地上部全重、主茎長を減少させた可能性がある。

ソバは一般的に酸性土壤に耐えるとされる(田中 1984, Campbell 1997, 林 1997)。川島(1937)は土壤 pH (H_2O) 3.7~6.8 でソバを栽培したところ、全乾物重は土壤 pH (H_2O) 4.9 において最大となり、その最大値に対する pH (H_2O) 4.6 における全乾物重の減少率は 20% であった。Dwivedi (1996) は土壤 pH (H_2O) 4.6~6.7 でソバを栽培したところ、子実収量は土壤 pH (H_2O) 4.8 において最大となり、その最大値に対する pH (H_2O) 4.7 における全乾物重の減少率は高々 24% であった。酸性土壤におけるソバの生長、結実、子実収量を詳細に検討する余地は大きい、本研究の栽培試験で用いた圃場は土壤 pH (H_2O) 4.7 であり、土壤の生育への影響は少なかったと考えられる。

2. 南西諸島におけるソバの生長および結実の品種間差異

ソバの生長開花に及ぼす品種間差をみると、主茎長、主茎花房数および花房当たり開花数は、少ない品種からしなの夏そば、階上早生、信濃 1 号、宮崎在来の順であることが日本の他地域での実験で報告されており(道山・林 1998a)、本実験の結果とほぼ一致していた(第 2 表~第 5 表)。千粒重についても、しなの夏そばの方が宮崎在来より大きく、既知の大小関係(森下・手塚 2001, Michiyama ら 2003)と一致していた。これらのことから、南西諸島の冬栽培においても、主茎長、主茎花房数、花房当たり開花数および千粒重といった収量に関係する形質における品種間差の順位は、既存の国内ソバ栽培地域と同様になると考えられた。したがって、これらの形質の大小関係については、南西諸島の冬季の栽培環境だけでなく、既存ソバ産地の栽培環境における遺伝資源評価および選抜も有効と考えられる。

結実率は、開花前および開花後の両方の日長条件の影響を受ける(Michiyama ら 2003)。13~16 時間日長で行われた実験においては、宮崎在来の結実率はしなの夏そばより少なかったが(Michiyama ら 2005)、逆に、本実験においては、しなの夏そばの結実率は、11 月上旬および 12 月下旬の播種において宮崎在来より低かった(第 2 表, 第 3 表)。結実率には、気温日較差(外川ら 1985)、播種量(氏原・俣野 1975)、気温(岩崎 1947, 中村・中山 1950, 杉本・佐藤 1999)、降雨(大川ら 1993)といった多くの環境要因が影響するとされており、結実率の品種間差と環境条件の間に複雑な交互作用の存在が考えられるが、本研究では明ら

かにすることができなかった。

3. 南西諸島におけるソバの子実収量に及ぼす栽培法の影響

ソバの子実収量の報告の中で 200 g m^{-2} 以上と高い収量を報告した栽培条件をみると、 $5\sim 7 \text{ g m}^{-2}$ (加藤・千葉 1982, 小木曾ら 1989, Tseng and Huang 1992)、 150 粒 m^{-2} (犬山ら 1994) と密播条件で得られているものが多く、 25.6 粒 m^{-2} のかなりの粗播条件において 200 g m^{-2} 以上の高い収量を記録した森下・手塚(2001)の報告は例外的である。本研究における子実収量の最大値は、宮崎在来を 11 月上旬播種した密播多肥区において 135 g m^{-2} であった(第 1 表)。この子実収量は、既存の多収試験栽培の結果に比べると少ないが、新崎ら(2001)による報告に比べて 10 倍以上の水準であった。播種密度の効果については、いずれの作期においても 150 粒 m^{-2} とした密播の方が 50 粒 m^{-2} とした粗播より大幅に高い収量となっていた。新崎ら(2001)の実験の播種密度は、最大でも 16 粒 m^{-2} であった。播種密度の増加は、花房数、千粒重を減少させるが(Tseng and Huang 1992, 大川ら 1993)、単位面積あたりの個体数および花房数が増加することにより、子実収量が増加したと報告されている(氏原・俣野 1975, Tseng and Huang 1992)。加藤・千葉(1983)は、生育量を十分に確保できない栽培環境において、播種量の増加が子実収量を増加させるとした。本研究において、播種密度を増加させても主茎花房数、花房あたりの開花数および千粒重の減少は認められなかった。以上のことから、南西諸島における既存の栽培実験(新崎ら 2001)に比べて 10 倍近くの高い播種密度とすることにより、子実収量を大幅に改善できることが明らかになった。

4. 生長、結実の各形質と子実収量の関係

生長、結実の各形質と子実収量の関係に着目してみると、本実験では、11 月上旬播、12 月下旬播において、子実収量と主茎花房数、個体当たり花房数との間に密接な正の相関が認められた(第 7 表)。そして、夏型品種と秋型品種を比較すると、子実収量、主茎花房数、個体当たり花房数は秋型品種の宮崎在来の方が夏型品種のしなの夏そばより多かった(第 1 表~第 5 表)。既存報告においても、花房の増加は収量の増加に関係すると考えられている(加藤・千葉 1983, 道山ら 1998b, Michiyama ら 2005)。これらのことから、南西諸島におけるソバの子実収量の決定には、花房数の関与が強いと考えられた。南西諸島の冬栽培に適した品種育成を考える上で、短日環境においても花房数が多く着生する形質の品種を開発することにより、増収する可能性が考えられる。主茎花房数は、個体当たり花房数より栽培法の影響を受けにくかったため(第 2 表~第 4 表)、選抜指標により適すると考えられる。しかしながら、主茎花房数の品種間差の標準偏差は既存の報告より小さかったことから(第 6 表)、南西諸島の冬季の栽培においては品

種間差が小さくなる可能性が考えられ、遺伝的変異拡大が品種開発において重要と考えられる。ソバの花房数は低緯度の品種ほど多く（氏原・俣野 1974）、ネパールにおいて10月～5月の短日環境の作型が存在していること（吉田ら 1997）が報告されている。これらのことから、低緯度外国品種は花房数増加を実現する遺伝資源として有望と考えられる。

花房数と子実収量を増加させる方法としては、播種期を長日期にずらすことも有効と考えられる。10月中下旬の日長は今回の実験より長くなるため（第1図）、花房数の増加が期待できる上、台風頻度もそれほど高くない。Tseng and Huang（1992）が台湾においてソバ品種の栽培試験を10月～12月播種で行い、10月下旬播種において子実収量が最も高く、花房数と子実収量の相関が高いことを報告している。南西諸島においても、10月中下旬播種の作期において花房数が確保でき、子実収量が増加すると期待される。

3月上旬播種においては、子実収量と地上部乾物重の相関関係が認められた（第7表）。すでに考察したように、土壌過湿が生育を抑制した可能性があるため、土壌過湿回避のための技術により地上部乾物重と子実収量が増加する可能性がある。一方、3月上旬播種においては、地上部乾物重以外の各形質と子実収量の相関関係は認められなかった。秋型品種の宮崎在来と夏型品種のしなの夏そばを比べると、花房数および花房あたり開花数については宮崎在来の方が有意に多かったが、結実率および千粒重についてはしなの夏そばの方が有意に大きかった。すなわち、品種により異なる低収メカニズムが働いたことにより、一定の相関関係が認められなかった可能性がある。3月上旬播種の増収のためには、生育前半の短日下においては花房数および花房あたり開花数が多い秋型品種の形質を発現し、次第に長日条件となる生育後半においては、結実率および千粒重が大きい夏型品種の形質を発現することが望まれる。このような形質の新しい組み合わせを備えた品種の開発が可能であるかは今後の課題である。

謝辞：本研究の着手にあたり、沖縄県立宮古総合実業高校前里和洋教諭、沖縄県那覇市名代蕎麦処美濃作小山健氏、沖縄県読谷村大城強氏より助言を頂いた。試験栽培にあたり沖縄県農業研究センター宮里政朗および仲村伸次技術補佐員、九州沖縄農業研究センター業務第1科坂本邦昭総括作業長および霍本順也専門技術員の熱心な支援を受けた。

引用文献

- 新崎正雄・唐真彦・大浜当八 2001. 八重山地域におけるサトウキビ畑の輪作・間作試験. 沖縄農試研報 23: 26-39.
- Campbell, C.G. 1997. Buckwheat. International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 54.
- Dwivedi, G.K. 1996. Tolerance of some crops to soil acidity and response to liming. J. Indian Soc. Soil Sci. 44(4): 736-741.
- 林久喜 1997. そば栽培と環境条件. 日本蕎麦協会. 東京. 4-5.
- 犬山茂・本田裕・古山三郎 1994. ソバ品種「キタワセソバ」の育成とその特性. 北海道農試研報 159: 1-10.
- 岩崎勝直 1947. 蕎麦の結実と温度. 農及園 22: 425-427.
- 加藤清一・千葉實 1983. 転換畑におけるソバ栽培法の確立に関する研究. 宮城県農業センター研報 50: 29-48.
- 川島祿郎 1937. 土壌の反応並びにその石灰含量と作物の生育について. 第8報. 小麦・青刈蕎麦・ライ麦・燕麦. 土肥誌 11: 11-22.
- Lachmann, S. and T. Adachi 1990. Studies on the influence of photoperiod and temperature on floral traits in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) under controlled stress conditions. Plant Breed. 105: 248-253.
- 道山弘康・林久喜 1998a. 普通ソバ (*Fagopyrum esculentum* Moench) の生長および発育における夏型品種と秋型品種の違い. 日作紀 67(3): 323-330.
- 道山弘康・福井篤・林久喜 1998b. 普通ソバ (*Fagopyrum esculentum* Moench) 個体内の開花の進行における夏型品種と秋型品種の違い. 日作紀 67(4): 498-504.
- 道山弘康・桜井茂樹 1999. 普通ソバ (*Fagopyrum esculentum* Moench) の生長と発育に及ぼす昼夜の気温の影響. 日作紀 68(3): 401-407.
- Michiyama, H., M. Arikuni, T. Hirano and H. Hayashi 2003. Influence of day length before and after the start of anthesis on the growth, flowering and seed-setting in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). Plant Prod. Sci. 6(4): 235-242.
- Michiyama, H., K. Tsuchimoto, K. Tani, T. Hirano, H. Hayashi and C. Campbell 2005. Influence of day length on stem growth, flowering, morphology of flower clusters, and seed-set in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). Plant Prod. Sci. 8(1): 44-50.
- 森下敏和・手塚隆久 2001. 九州における普通ソバの農業関連形質の年次変動と品種間差異. 日作紀 70(3): 379-386.
- 仲地宗俊 2002. 沖縄県における農地からの赤土等流出防止に関する自治体の対策と農家の対応. 農村計画学会誌 21(3): 232-239.
- 中村真巳・中山治彦 1950. 蕎麦の衰弱質不稔性に就いて. 日作紀 19: 122-125.
- 西牧清・長瀬嘉迪・竹村昭平・松沢宏 1978. ソバの生理生態ならびに栽培に関する研究. 長野農試中信試報 1: 123-137.
- 西牧清 1983. ソバ栽培の現状と技術的課題. 農及園 58(1): 140-146.
- 小木曾正敏・内藤博務・倉島秀雄 1989. ソバの生産安定技術. 第1報. 播種期及び施肥量が生育収量に及ぼす影響. 愛知農試験報 21: 151-157.
- 翁長謙良・米須竜子・新垣あかね 1999. 沖縄における赤土等流出の経緯と対策. 琉球大学農学部学術報告 46: 71-82.
- 大川浩司・浅山哲・小木曾正敏 1993. ソバの生産安定技術. 第2報. 種子熟度, は種量およびは種期が生育収量に及ぼす影響. 愛知農試研報 25: 133-139.
- 大城正市 1997. サトウキビ作を中心とした環境にやさしい高収益農業の確立と実証. 九農研 59: 23-27.
- 坂田清華・大澤良 2005. 普通ソバの出芽および生育に及ぼす湛水処理の影響. 日作紀 74(1): 23-29.
- 柴田茂久 1984. 小麦・そばの貯蔵と加工. 農及園 55(1): 131-136.
- 塩野隆弘・原貴洋・山元伸幸・原口暢朗・生駒泰基 2007. 草生帯およびソバ栽培導入による営農的赤土流出軽減対策. 農業農村工学会誌 75(9): 817-820.
- 外川真稔・藤田正男・熊谷憲治・竹村達男 1985. ソバ「階上早生」

- の作期別生育特性. 東北農業研究 37: 109–110.
- 杉本秀樹・佐藤亨 1999. 西南暖地における夏ソバ栽培—播種期の違いが生育・収量に及ぼす影響. 日作紀 68(1): 39–44.
- 杉本秀樹・佐藤亨 2000. 生育時期別過湿処理の差異が夏ソバの子実収量に及ぼす影響. 日作紀 69(2): 189–193.
- 田中明 1984. 酸性土壌とその農業利用—特に熱帯における現状と将来—. 博友社. 東京. 223–224.
- 竹前彬 1986. 秋ソバの省力安定多収栽培. 農及園 61(11): 1291–1296.
- Tseng, S.H. and S.C. Huang 1992. Studies on increasing grain yield of buckwheat in Taiwan. Bull. Taichung Distri. Agr. Improvement Station 35: 1–10.
- 氏原暉男・俣野敏子 1974. 普通ソバ主要形質の地理的変異に関する研究. 信州大学農学部紀要 11(2): 221–229.
- 氏原暉男・俣野敏子 1975. ソバの着花・結実の特性—収量成立過程解析へのアプローチ. 農業技術 30(9): 406–408.
- Vinning, G. 2001. Buckwheat : Demand–supply analysis. Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra. 1–63.
- 吉田実・根本和洋・氏原暉男・俣野敏子・ビマール クマール パニヤ 1997. ネパール山岳地帯の農耕システムにおけるソバの栽培現状とその重要性. 熱帯農業 41(3): 151–161.

Grain Yield and Morphological Character of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Grown in Winter in Subtropical Japan : Takahiro HARA¹⁾, Hiroyoshi TERUYA²⁾, Takahiro SHIONO^{1), 3)}, Hiroki IKOMA¹⁾, Takahisa TETSUKA¹⁾, Katsuhiko MATSUI¹⁾ and Hiroyasu MICHIMOTO⁴⁾ (¹⁾Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, Koshi 861-1192, Japan ; ²⁾Okinawa Prefectural Agricultural Research Center; ³⁾National Institute for Rural Engineering; ⁴⁾Fac. of Agr., Meijo Univ.)

Abstract : We studied the grain yielding ability of common buckwheat grown in the subtropical area of Japan. Five buckwheat cultivars were sown in early November, late December and early March. Grain yield of plants sown at 150 seeds m⁻² was 1.3 to 3.4 times higher than that sown at 50 seeds m⁻². The main stem was shorter, first flower node was lower, flower cluster number on the main stem and flower number per flower cluster were lower than the values reported for the plants grown in other regions of Japan. These morphological characters may be caused by short day condition in this environment. The differences among cultivars in the main stem length, the number of flower clusters on the main stem, the number of flowers per flower cluster and one seed weight were similar to those in other regions in Japan. A high correlation was observed between grain yield and the number of flower clusters on the main stem, in the plants sown in early November and late December.

Key words : Flower cluster, Okinawa, Rotation, Seeding rate, Soil erosion, Southeast Islands, Sugarcane, Yield components.