

夜間照明がエダマメの生育, 開花, 着莢に及ぼす影響

高尾 保之*

キーワード : 夜間照明, 生育, 開花, 着莢, エダマメ

緒 言

近年, 都市化の進展とともに環境の快適性に関する新たな問題として, 「光(ひかり)害」が指摘されている。環境省が1998年に取りまとめた「光害対策ガイドライン」では, 人工光の使用に伴う環境配慮のあり方を提示しており, この中で, 街路灯などの夜間照明は人間の諸活動とともに動植物へ影響し, 植物については生理生態に影響を及ぼす可能性があると述べている。

夜間照明が植物, 特に農作物に影響することは, イネ(近藤・太刀川, 1972; 川村, 2000), ホウレンソウ(池谷ら, 1973; 小菅, 1980; 高尾, 1998, 2001), タカナ(小菅, 1980)で報告されているが, それ以外の作物ではほとんどみあたらない。しかし, 著者が東京特別区の生産者を対象に行ったアンケート調査では, 夜間照明による野菜の被害作物としてホウレンソウ, タカナの他に, シソ, エダマメなどの回答が寄せられた(高尾, 1996)。特にエダマメは, 区内での作付け面積が68ha, 粗生産額が2億2千万円で, コマツナ, キャベツ, ホウレンソウに次ぐ区内の重要な野菜の一つであり(東京農林統計協会, 2003), 生産への影響が懸念される。

エダマメ(未熟ダイズ)は短日植物として知られ, 現在栽培されている品種の多くは開花が日長の影響を受けにくい夏ダイズ型に分類されている。しかし, 品種によっては早まきすると, 日長の影響を受け花がつきにくいものもあるなど, 日長感応の程度には品種間差異がみられる。ダイズの日長感応に関する報告は多く, 福井(1963), 笹村(1959)は花芽分化期や開花期の反応について, 福井・後藤(1959)が開花後の子実の発達について, Kiyosawa and

Kiyosawa(1962)が莢の発育について報告を行っている。エダマメでは鈴木・屋敷(1990)や小沢ら(1990)の報告があり, いずれも育苗期や生育期などに一時的な電照によって, 生育や収量を増加させることを目的としている。しかし, これらの試験における長日処理の光強度は19~183lx(小沢ら, 1990)や600lx(Kiyosawa and Kiyosawa, 1962)など比較的高い設定が多く, また, 終夜照明の例もKiyosawa and Kiyosawa(1962)や鈴木・屋敷(1990)など一部の報告に留まっている。

笹村(1956)によると, ダイズ晩性種では5.5lxより高い照度の終夜照明によって開花がみられなくなるとしている。街路灯などの夜間照明では概ね30lx以下の照度が多く, 品種によっては日長に容易に反応し開花等に影響を及ぼすことも考えられる。

そこで, 日没から日の出までの夜間照明下において, 早晩性の異なるエダマメ品種を供試し, 生育, 開花, 着莢に及ぼす影響を検討した。そして, エダマメにおける「光害」の実態を明らかにするとともに, 対策への基礎的資料とするために試験を行った。

材料および方法

1. 生育および着莢数への影響(試験1)

1995年4月21日, 早生品種「玉すだれ2号」と中生品種「しらつゆ」を換気温度25℃のガラス室内にある育苗箱(用土:赤土)に播種した。初生葉展開時の5月2日に本畑に定植した。栽植距離はベット幅70cm, 通路60cm, 株間15cmの2条植えで, 透明マルチを使用した。施肥はN, P₂O₅, K₂Oをそれぞれ0.5kg/a, 1.5kg/a, 1.5kg/a, 全量元肥で行った。

夜間照明は日の入り, 日の出の時刻に合わせ, 2

*現在 農林水産部農業振興課(専門技術員)

週間ごとに照明時刻を変更して行った。蛍光水銀ランプ (HF80X・W) 1個を地上3mの位置に設置し、地面から20cm上空のPPFD法線値を測定し、その強さ別に処理区を4つ (I: $0.02 \sim 0.03 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 法線照度 2 lx。II: $0.05 \sim 0.08 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 5 lx。III: $0.09 \sim 0.12 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 8~9 lx。IV: $0.17 \sim 0.23 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 15~17 lx) 設けた。各処理区での開花日を調査するとともに、収穫適期時に草丈、主茎長、茎葉重、着莢数等を測定した。

2. 生育時期別の照明の影響 (試験2)

1995年4月22日に‘玉すだれ2号’を、5月24日に‘しらつゆ’を1/2000aワグネルポットに6粒播種し、5月14日 (4月22日播種)、6月7日 (5月24日播種) に間引き各ポット2本立ちとした。供試用土は赤土、腐葉土、ピートモスを7:2:1に混合したものに、過磷酸石灰1.0g/l, 化成肥料1.5g/lを施肥して作成した。

処理は出芽~花芽分化期、花芽分化期~開花期、開花期~収穫期および出芽~収穫期に夜間照明を行った処理区と無照明区を設けた。照明方法は地上3mの位置に蛍光水銀ランプ (HF80X・W) を1個設置し、試験1と同様に行った。ワグネルポットは各区10ポットとし、ポット土面上20cmのPPFD法線値が $0.36 \sim 0.44 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (法線照度: 27.3~33.1 lx) の場所に、30cm×40cm間隔で所定の期間配置した。

各品種とも出芽時より定期的に実態顕微鏡下で花芽の形成程度を観察した。花芽分化期は主茎の各節で分化が認められた日とし、開花期は供試株の50%が開花に至った日とした。

また、‘玉すだれ2号’においては、花卉が正常に開く開放花と呼ばれる花の減少が観察されたため、6月14日および15日に花卉の開花調査を行い、7月9日に主茎長、茎葉重、莢数について調査した。‘しらつゆ’では各処理の収穫日に主茎長等の調査を行った。

3. 開花日および収穫日と品種の早晩性 (試験3)

1996年4月19日に極早生品種‘天ヶ峰、サッポロミドリ’、早生品種‘玉すだれ2号、ユキムスメ’を、5月20日に中生品種‘しらつゆ、夕涼み’をガラス室内の育苗箱 (用土: 赤土) に播種した。初生

葉展開時の5月1日 (4月19日播種)、5月29日 (5月20日播種) にこれらの品種を本畑へ定植した。栽培はベッド幅70cm、株間15cmの2条植えで行い、白黒ダブルマルチを使用した。肥料は全量元肥でN, P_2O_5 , K_2O をそれぞれ1.0kg/a, 1.8kg/a, 1.8kg/a施肥した。

照明方法は蛍光水銀ランプ (HF80X・W) を地上3mの位置に、3.6m間隔に3個設置し、試験1と同様に行った。処理区における夜間の光強度はPPFD法線値 $0.03 \sim 0.05 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (法線照度: 3 lx) および $0.24 \sim 0.28 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (同20~23 lx) とした。本試験では開花日および収穫日を調査し、各品種の収穫日での地上部重、着莢数を測定した。また、試験2と同様に開花日に花卉の開花状況を調査した。

4. 出蕾および着莢への影響 (試験4)

1996年4月25日に‘玉すだれ2号’、5月24日に‘しらつゆ’を1/5000aワグネルポットに6粒播種し、それぞれ5月13日、6月8日に間引き、各ポット2本立ちとした。用土、肥料、照明方法は試験2と同様に行った。試験は5月1日の出芽時に、夜間の光強度が $0.10 \sim 0.11 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (法線照度 8~9 lx), $0.37 \sim 0.41 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (31.0~33.1 lx) および無照明下にワグネルポットを各10個、20cm×20cm間隔に置いて行った。

調査は下位より3節以上の主枝および分枝の出蕾数および収穫時の着莢数について行い、着莢率を算出した。なお、着莢数の調査日は‘玉すだれ2号’では各処理とも7月9日で、‘しらつゆ’は無照明区が8月2日、 $0.10 \sim 0.11 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 処理区が8月7日、 $0.37 \sim 0.41 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 処理区が8月20日であった。

結 果

1. 生育および着莢数への影響

‘玉すだれ2号’の開花日は各処理区とも定植後34日目の6月5日であったが、‘しらつゆ’では夜間の光強度が高いほど遅れ、光強度が最も低いI区と最も高いIV区とでは7日の差がみられた。そのため、‘しらつゆ’の収穫日も処理によって遅れた。

生育については、‘玉すだれ2号’で草丈、主茎

長、節数、莖葉重、地上部重が夜間の光強度が高いほど減少し、莢重、着莢数も同様に減少した。一方、‘しらつゆ’は‘玉すだれ2号’と逆の結果となり、夜間の光強度が高いほど、草丈、主莖長、着莢数などが増加した。これらの傾向は、両品種において主枝、分枝の生長に強くあらわれ、光強度Ⅰ区とⅣ区の莖葉重を比較すると、‘玉すだれ2号’ではⅠ区の重量はⅣ区の1.6~2.1倍、‘しらつゆ’では0.47~0.56倍を示し、両処理区の差は特に分枝において顕著であった(表1)。

2. 生育時期別の照明の影響

‘玉すだれ2号’では花芽分化期、開花期、収穫期において照明による相違がなかった。生育時期は出芽が4月26日、花芽分化期が5月18日、開花期が6月12日、収穫期が7月9日であった。一方、‘しらつゆ’では無照明区と処理区では花芽分化期や開花期などが異なるため、本試験では処理開始時のステージは前歴を無照明とし、処理終了時のステージは処理中のものとした。すなわち、花芽分化期から開花期の処理区の場合、無照明下で栽培し、花芽の分化が確認された時点で処理し(照明下に配置)、開花期に至った時を処理終了とした。‘しらつゆ’における各処理区の処理開始日、処理終了日は表3のとおりである。

‘玉すだれ2号’では、無照明区、開花期から収穫期および出芽から収穫期の照明において、花卉の開花状況は正常であったが、出芽から収穫期および花芽分化期から開花期の照明では開放花が見られず、

すべての花が閉鎖花であった(表2)。生育、着莢数については、開花期から収穫期の照明はほぼ無照明区と同等な値を示しており、開花期から収穫期までの照明の影響はきわめて小さかった。一方、全期間の照明と同等であったのは、花芽分化期から開花期の照明であり、この時期の照明が生育や着莢に最も影響を及ぼすことが明らかとなった(図1)。特に着莢数の減少が分枝において顕著にみられた。

‘しらつゆ’では、照明によって花芽分化期が遅れ、無照明区との差は9日であった。開花日は出芽から花芽分化期および出芽から収穫期の照明が無照明区より6日の遅延となり、開花日の遅れは出芽から花芽分化期までの照明で大きかった。また、収穫日の遅延日数は開花日の遅延日数より拡大し、その程度は花芽分化期から開花期の照明で最も大きかった。収穫日の遅延は開花期以後に照明した場合でも同様に認められた(表3)。生育や着莢数については、出芽から花芽分化期の照明が出芽から収穫期の照明と、さらに、開花期から収穫期の照明が無照明区と同等であった(図2)。花芽分化が遅延した2つの処理区では、栄養生長が促進され、生育量の増加は分枝において顕著であった。また、開花期から収穫期の照明は生育や着莢数への影響が小さかった。

3. 開花日および収穫日と品種の早晩性

開花日については極早生、早生の4品種の間に光強度による差異はなく、中生2品種では4日および7日の差があった(表4)。極早生、早生の4品種については夜間の光強度が高いと、開放花を有する

表1 夜間照明がエダマメの生育および着莢数に及ぼす影響^{a)}

品種	光強度 ^{b)}	開花日 ^{c)}	草丈 (cm)	主莖長 (cm)	節数	莖葉重(g)		莢重 (g)	地上部重 (g)	着莢数 (個)
						主枝	分枝			
玉すだれ2号	Ⅰ	6/5	60.8	30.4	9.5	42.4	90.7	92.5	225.6	68.4
	Ⅱ	6/5	58.7	27.8	9.4	32.1	65.4	71.1	168.6	52.7
	Ⅲ	6/5	57.6	25.5	9.0	29.7	57.7	51.6	139.0	35.8
	Ⅳ	6/5	49.4	23.2	9.1	25.8	44.1	54.5	124.4	34.7
しらつゆ	Ⅰ	6/19	65.8	38.2	11.6	32.6	67.0	83.7	183.3	51.3
	Ⅱ	6/19	69.5	41.1	11.5	33.3	68.3	88.3	190.0	52.8
	Ⅲ	6/23	74.0	45.6	12.8	41.1	92.8	84.9	218.8	55.0
	Ⅳ	6/26	79.7	47.3	13.6	57.6	139.9	98.5	296.0	80.4

a) 4月21日播種, 5月2日定植. 蛍光水銀ランプ(HF80X)を地上3mの位置に設置し, 終夜照明.

b) Ⅰ: PPFDF法線値 $0.02 \sim 0.03 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (法線照度2lx). Ⅱ: $0.05 \sim 0.08 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (5lx).

Ⅲ: $0.09 \sim 0.12 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (8~9lx). Ⅳ: $0.17 \sim 0.23 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (15~17lx).

c) 調査株の50%が開花に至った日.

株がみられなくなり、花卉が開かない閉鎖花を有する株が多くなったが、中生2品種ではすべての株で開放花が認められた。また、花卉の開花状況には品種間差がみられ、光強度I区(0.03~0.04 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)において‘玉すだれ2号, ユキムスメ’では正常な開花を示したが、極早生品種の‘天ヶ峰, サッポロミドリ’では開放花がきわめて少なかった。

‘天ヶ峰’他3品種における収穫日および開花から収穫までの日数は、光強度による差が小さかったが、中生品種の‘しらつゆ’他1品種では、収穫日

が異なるとともに、開花から収穫までの日数が光強度II区(0.24~0.28 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)で増加した。

なお、地上部重、着莢数を調査したところ、本試験においても試験1と同様な結果となり、‘天ヶ峰’他3品種では夜間の光強度が高いII区で減少し、‘しらつゆ’他1品種では増加した。

4. 出蕾および着莢への影響

‘玉すだれ2号’の花蕾数は夜間照明により減少し、特に分枝で顕著に認められた。着莢数についても同様な傾向であった。花蕾数と着莢数から着莢率を算出すると、着莢率は夜間照明によって低下することが明らかとなった(表5)。

一方、‘しらつゆ’の花蕾数は光強度が高いほど増加した。特に分枝での増加が大きかった。しかし、着莢率については‘玉すだれ2号’と同様に光強度が高いと低下した。

表2 生育時期別の照明^{a)}と開花
(早生品種‘玉すだれ2号’)

照明期間 ^{b)}	開花日	株当たりの開放花数 ^{c)}
出芽~花芽分化期	6/11	1.2
花芽分化期~開花期	6/12	0
開花期~収穫期	6/12	2.6
出芽~収穫期	6/11	0
無照明	6/12	3.4

- a) PPFD法線値0.36~0.44 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (法線照度27.3~33.1lx). 終夜の照明.
- b) 出芽:4/26, 花芽分化期:5/18, 開花期:6/12.
- c) 開放花数. 6/14, 6/15に調査.

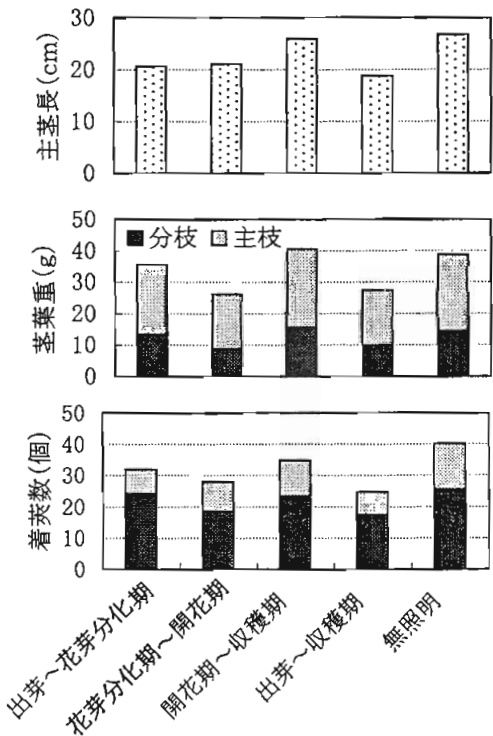


図1 早生品種‘玉すだれ2号’における生育時期別の照明が生育、着莢数に及ぼす影響

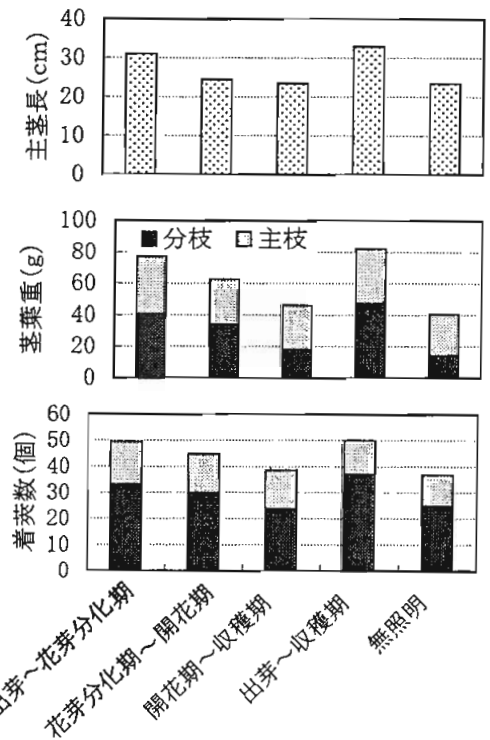


図2 中生品種‘しらつゆ’における生育時期別の照明が生育、着莢数に及ぼす影響

表3 生育時期別の照明と開花(中生品種‘しらつゆ’)

照 明 期 間	処理 ^{a)}	処理	処理	開花 ^{b)}	遅延 ^{c)}	収穫	遅延 ^{d)}	A-C ^{e)}	D-B ^{f)}
	開始	終了	日数						
出芽～花芽分化期	5/28	6/21	24	7/8	6	8/13	9	36	3
花芽分化期～開花期	6/12	7/4	22	7/4	2	8/16	12	43	10
開花期～収穫期	7/3	8/10	38	7/2	0	8/10	6	39	6
出芽～収穫期	5/28	8/20	84	7/8	6	8/20	16	43	10
無照明	—	—	—	7/2	0	8/4	0	33	0

a) 処理:PPFD法線値 $0.36\sim 0.44\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (法線照度 27.3lx)の光環境下に日の出から日の入りまでの期間遭遇させた。

b) 供試株数の50%が開花に至った日。

cd) 無照明の開花・収穫日を0として換算。

e) 開花から収穫までの日数。

f) 開花後の遅延日数。

表4 夜間照明下における品種と開花日，収穫日

播種日	品 種	光強度 ^{a)}	花卉の		開花から収穫	地上部重	着莢数	
			開花日 ^{b)}	開花状況 ^{c)}				収穫日
4/19	天ヶ峰	I	5/30	28.5	6/29	30	236.6	63.0
		II	5/31	0	6/29	29	194.4	54.3
	サッポロミドリ	I	6/2	48.5	7/1	29	229.8	66.2
		II	6/1	0	7/1	30	203.9	54.2
	玉すだれ2号	I	6/5	96.1	7/4	29	182.5	55.5
		II	6/4	10.1	7/4	28	163.4	49.7
	ユキムスメ	I	6/5	100	7/4	29	189.7	58.9
		II	6/4	0	7/4	28	148.1	47.1
5/20	しらつゆ	I	6/28	100	8/5	38	210.0	65.8
		II	7/2	100	8/15	44	303.6	77.0
	夕涼み	I	6/23	100	8/2	40	218.3	62.7
		II	6/30	100	8/13	43	272.4	74.4

a) I :PPFD法線値 $0.03\sim 0.05\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (法線照度 3lx)。II : $0.24\sim 0.28\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ($20\sim 23\text{lx}$)。

b) 供試株の50%以上が開花に至った日。

c) 開花時の花卉の開閉状態を示す。数値:(開放花が確認された株数/供試株) $\times 100$ 。

表5 夜間照明がエダマメの出蕾と着莢に及ぼす影響

品 種 ^{a)}	光強度 ^{b)}	花蕾数(個)/株			着莢数(個)/株			着莢率 ^{c)}
		主枝	分枝	計	主枝	分枝	計	
玉すだれ2号	0	18.8	23.4	42.2	11.4	11.6	23.0	54.5
	0.10~0.11	18.3	17.8	36.1	8.2	6.0	14.2	39.3
	0.37~0.41	16.8	15.5	32.3	6.3	5.6	11.9	36.8
しらつゆ	0	19.6	12.9	32.5	10.0	10.8	20.8	64.0
	0.10~0.11	24.0	23.4	47.5	11.5	14.0	25.5	53.8
	0.37~0.41	28.4	35.9	64.2	11.8	19.7	31.5	49.1

a) 玉すだれ2号:4/22播種..しらつゆ:5/22播種。調査は3節以上の主枝・分枝。

b) PPFD法線値 $0.10\sim 0.11\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (法線照度 $8\sim 9\text{lx}$)， $0.37\sim 0.41$ ($31.0\sim 33.1\text{lx}$)。

c) 着莢率:着莢数/花蕾数 $\times 100$ 。

考 察

1. 生育および着莢数への影響

夜間照明の生育に及ぼす影響は品種の早晩性により相違がみられた。

早生品種の‘玉すだれ2号’は夜間の光強度が高いほど草丈、主茎長、地上部重、着莢数などが減少し、その影響は花芽分化期から開花期までの照明で大きかった。

花芽分化期から開花期までの期間は主茎の節数が決定し、主茎や分枝の生長とともに花芽の発育が行われ、栄養生長と生殖生長が同時に進行する時期である。この時期の照明で地上部重や着莢数の減少が大きいことは、夜間の照明が主枝、分枝の生長や花芽の形成発育を抑制していることを示している。ダイズにおける日長と生育との関係については、古谷・坂田(1957)、大泉(1962)、佐藤(1976)、小沢ら(1990)が長日条件は主茎長や節数の増加など生育量の増大につながることを報告しているが、本試験の結果のように生育を抑制したとする報告はみられない。また、ダイズにおける分枝の発生や生長について大泉(1962)は生育初期の日射制限など同化作用の多少が影響し、株の栄養条件に左右するとしており、夜間照明はエダマメの同化作用に何らかの影響を与えていることが推察される。

さらに、生育時期別の照明において、花芽分化期から開花期までの照明では開放花がみられず、すべて閉鎖花であったが、花芽分化期から開花期の照明では開放花が観察された。一般に閉鎖花の発生は開花後の低温などで多くなり、落花や落莢になりやすいとされる。そのため、開花期から収穫期までの照明で着莢数が顕著に減少したことは花蕾数の減少とともに閉鎖花の増加によるところが大きいと考えられる。閉鎖花と日長の関係については、宮下ら(1999)が異なる地域でダイズを調査し、開放花の割合が日長条件の影響を受けている可能性があるとしているが、具体的な関係については述べていない。加えて、宮下ら(1999)は閉鎖花について、花卉等への投資を減らしたコストがかからない花であり、条件が悪く十分な生産活動ができない場合などでも着させることが可能であるとしている。したがって、閉鎖花の増加とそれに伴う閉花受精はダイズの不良

環境に対する反応とみることができ、夜間照明が花芽の発育、開花反応に影響を及ぼしていることは明らかである。花芽の数や発育には生育量や同化産物の多少など栄養的な要素が関係しているため、夜間照明は生育抑制を通して花芽の形成発育に影響を及ぼしているであろう。

一方、中生品種‘しらつゆ’では、夜間の光強度が高いほど生育が促進し、着莢数も増加した。開花については、光強度が $0.36\sim 0.44\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 区は無照明区に比べ花芽分化が9日遅れ、これが開花期の遅延日数である6日に結びついた。長日処理による生長量の増大については小沢(1990)が秋ダイズ型のエダマメ品種を用いた電照栽培で同様な結果を報告しており、特に分枝の生長量の増加は顕著であったとしている。このように花芽分化の遅延は栄養生長を促進させ、分枝の生育促進や主枝・分枝での節数、着莢数の増加にも影響を及ぼしている。また、‘しらつゆ’では夜間照明下であっても開放花が多くみられており、着莢数についても花芽分化期から開花期までの照明は無照明区と同等である。よって当品種では‘玉すだれ2号’など早生品種でみられたような生育や花芽の発育抑制はないと考えられる。

2. 開花日および収穫日と品種の早晩性

開花日、収穫日については極早生品種の‘天ヶ峰’などや早生品種の‘玉すだれ2号’などで遅延が認められなかったが、中生品種の‘しらつゆ、夕涼み’では認められた。そして、‘しらつゆ、夕涼み’では夜間の光強度が高いと開花から収穫までの日数が拡大した。福井(1963)はダイズにおいて開花までの日数および結実日数が短日で短縮し、その程度に品種間差異があることを報告している。本試験では長日条件下であるため、開花や結実日数に関し福井(1963)の報告と逆の反応を示した。エダマメの場合、多くの品種が日長の影響を受けにくい夏ダイズ型に属しており、極早生品種や早生品種ではその特性が強く、‘天ヶ峰、玉すだれ2号’では開花日や収穫日への影響はみられなかった。一方、中生品種である‘しらつゆ’などでは日長感受性が比較的高く、開花日や開花から収穫までの日数に影響を及ぼしたと考えられた。

3. 出雷および着莢への影響

今野・大沼(1976)はダイズの収量との関係において、莢数の多少は着花部位である節数と着莢率に依存しており、節数は生育量に依存し、着莢率は養分バランス、土壌水分の多少、光合成産物の競合、気象条件などの種々の要因によって変動すると述べている。開花数については鳥越ら(1982)が個体の生育が旺盛なほど花房数や花房当たりの開花数が増加するとしている。

早生品種の‘玉すだれ2号’では光強度が高いほど花蕾数が減少し、着莢率も低下し、その値は総じて低かった。本品種では、前述したように生育量の減少が顕著であり、光強度が高いと開放花がみられなくなることから、生育が抑制されたことで、特に分枝節の減少や花芽の生長抑制がおり、その結果、花蕾数が減少するとともに花芽分化期から開花期までの照明の影響により閉鎖花が増加し、花器の脱落が顕著となり着莢率が低下したと推察された。

中生品種の‘しらつゆ’では表1や表5で示したように夜間照明によって節数と花蕾数の増加がみられたが、着莢率は‘玉すだれ2号’と同様に低下した。節数や花蕾数の増加は鳥越ら(1982)の指摘のように花芽分化の遅延によって生育量が増大したためであろう。しかし、花蕾数は開放花と閉鎖花の総量として示されている。そして、この開放花と閉鎖花のバランスは環境条件によって大きく影響を受けることが知られている(宮下ら, 1999)。したがって、夜間照明は花蕾数を増加させたが、閉鎖花の増加分が大きく、この増加した閉鎖花の脱落が着莢率の低下を招いたと考えられた。なお、着莢数が増加したのは、着莢率の低下が生じるものの花蕾数の増加が大きかったことによって、着莢数の低下を免れたためである。

一方、Kiyosawa and Kiyosawa(1962)はダイズにおいて開花後の長日処理が着莢率を抑制することを、Guiamet and Nakayama(1984)は同様な処理で品種によっては脱落する花器の割合が多くなることを報告している。試験4では出芽時から連続的な照明処理を行っており、開花後に長日処理を行った場合の着莢率の調査は行っていない。そのため、着莢率に関係する花蕾の脱落が出蕾後の照明に起因するかがはっきりしない。しかし、試験2において開花

期以後の照明では、‘玉すだれ2号、しらつゆ’とも着莢数への影響が小さいことやダイズに比べエダマメの日長感応性が小さいことなどから、本試験での着莢率の低下は出蕾後よりは出蕾前の照明の影響が大きいと推察された。

以上のことから、街路灯などの夜間照明がエダマメの生育、開花、着莢に影響を及ぼすことが明らかとなり、エダマメは「光害」がみられる品目であることが判明した。対策としては、品種の早晩生によって影響の仕方が異なるので、品種による回避は難しいが、出芽から花芽分化期までの照明の影響が中生品種で大きいことや早生品種でも多少の軽減が期待できることから、移植栽培を行うこと。さらに、光強度を低くすると軽減できるので、ランプの消費電力を小さくすることなどが有効と考えられる。

摘 要

早晩性の異なるエダマメを用い、夜間照明が生育、開花、着莢に及ぼす影響を検討した。

1. 生育への影響はエダマメ品種の早晩性によって異なった。早生品種の‘玉すだれ2号’では、夜間照明の光強度が高いほど草丈、主茎長、茎葉重、着莢数および莢重が減少した。中生品種の‘しらつゆ’では、夜間の光強度が高いほど、草丈、節数、茎葉重、着莢数などが増加した。両品種とも夜間照明が生育に及ぼす影響は分枝に大きくあらわれた。
2. ‘玉すだれ2号’では生育や着莢に及ぼす影響は花芽分化期から開花期までの照明で大きかった。出芽から収穫期までおよび花芽分化期から開花期までの照明では、開放花はみられなかった。‘しらつゆ’では、生育や着莢に対する影響や開花日の遅延は、出芽から花芽分化期までの照明で大きく、開花期から収穫期までの日数は花芽分化期から開花期までの照明の影響が大きかった。
3. ‘玉すだれ2号’他3品種においては、夜間照明の光強度によって収穫日および開花日から収穫日までの日数に大きな差はみられなかった。しかし、‘しらつゆ’他1品種では光強度が高いと開花日が遅れ、さらに、開花日から収穫日までの日数が拡大した。

4. 中生2品種においては、開花の際、開放花がみられ正常な開花反応が行われたが、極早生2品種および早生2品種では夜間の光強度が高いと、花卉が開かない閉鎖花の割合が増加した。
5. ‘玉すだれ2号’では花蕾数は夜間照明によって減少したが、‘しらつゆ’では逆に増加した。着莢率は両品種とも夜間照明によって低下した。

引用文献

- Guiamet, J, J and F, Nakayama (1984) Varietal Responses of Soybeans to Long Days during Reproductive Growth. *Japan. Jour. Crop Sci.* 53(3): 299-306.
- 福井重郎・後藤虎男 (1959) 日長及び温度が大豆子実の発達に及ぼす品種間差異. *育雑誌* 9(4): 219-226.
- 福井重郎 (1963) 日長感応度から見た大豆品種の生態的研究. *農事試研報*(3): 19-78.
- 古谷義人・坂田公男 (1957) 日長及び温度が夏大豆の開花並びに生育に及ぼす影響(予報). *日作紀*26: 124-125.
- 池谷保緒・村松安男・二宮敬治 (1973) ホウレンソウの終夜照明に対する抽だい反応について. *静岡農試研報*18: 19-22.
- 川村和史 (2000) 水銀灯による夜間照明が水稻の生育, 収量に及ぼす影響. *和歌山農林水技セ研報* 1: 103-110.
- Kiyosawa, S and K, Kiyosawa (1962) Effect of day length on fruiting in soybean plant. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan.* 30: 342-345.
- 近藤 昇・太刀川洋一 (1973) 水稻に対する終夜照明の影響. *群馬農試研報*13: 75-85.
- 今野 周・大沼 彪 (1976) 生育のタイプと収量, 収量関連形質. *農業技術体系作物編* 6: 41-50.
- 小菅悦男 (1980) ホウレンソウとタカナに及ぼす終夜照明の影響. *園学雑*49別2: 148-149.
- 宮下京子・松田晴光・大原 雅・三澤為一・島本義也 (1999) ツルマメおよびダイズにおける開放化と閉鎖花の着生・結実動態. *北大農場研報*31: 41-48.
- 大泉久一 (1962) 大豆の分枝発生機構並びに栽培学的意義に関する研究. *東北農試研報*25: 1-91.
- 小沢 聖・佐藤澄仁・和田 実 (1990) 低温期の小笠原におけるエダマメ栽培の改善. *東京農試研報*22: 23-33.
- 笹村静夫 (1956) 大豆及びオナモミの薄明期に於ける日長感応に就いて. *宇大農学報* 1: 3.
- 笹村静夫 (1959) 日長と温度が晩生大豆の花芽分化期, 開花期並びに主茎葉の展開時期に及ぼす影響. *日作紀*27: 83-86.
- 佐藤 庚 (1976) 日長, 温度に対する大豆の生育反応. *日作紀*45(3): 443-449.
- 鈴木一男・屋敷隆士 (1990) エダマメの育苗期間における長日処理が移植後の生育に及ぼす影響. *千葉農試研報*31: 123-129.
- 高尾保之 (1996) 東京特別区の農業における生産環境について. *東京農試研報*26: 87-97.
- 高尾保之 (1998) ホウレンソウの生育および抽だいに及ぼす夜間照明の影響と品種の限界照度. *園学雑*67: 778-784.
- 高尾保之 (2001) 夜間照明下で生育したホウレンソウの抽だいに及ぼす遮光, 株間, 窒素量の影響. *東京農試研報*30: 17-22.
- 東京農林統計協会 (2003) 平成13年度版わたしのまちの農業.
- 鳥越洋一・進士 宏・栗原 浩 (1982) ダイズの発育形態と収量成立に関する研究. 第2報 花房着生の規則性と次位別花房の開花習性. *日作紀*51(1): 89-92.

Summary

Yasuyuki Takao (2004) : Effects of night lighting on the growth, flowering and pod-setting of green soybeans. *Bull. Tokyo Metro. Agric. Exp. Sta.* 32: 31-39. (Received November 19, 2003; Accepted December 25, 2003)

Key words : night lighting, growth, flowering, pod-setting, green soybeans.

Investigations were conducted to elucidate the effects of night lighting on the growth, flowering and pod-setting of green soybeans.

1. The growth of plants grown under night lighting deffered among green soybeans cultivars. When plants were grown under night lighting of high intensities, such as $0.17\sim 0.23 \mu \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, plants height, length of main stem, the weight of lesves and stems and number of pods decreased in early cultivar 'Tamasudare 2' and increased in medium cultivar 'Shiratuyu'.

2. Harvesting day and the day from flowering to harvesting in four cultivars sown in April, inclusive of 'Tamasudare 2', were unchanged by light intensities. But in two cultivars sown in May, inclusive of 'Shiratuyu', flowering day was rate and the days from flowering to harvesting increased in night lighting of $0.20\sim 0.23 \mu \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

3. The flower that petal often normally were observed in two medium cultivars and were not almost in four early cultivars in night lighting of high intensities.

4. The growth and pod-setting were influenced by night lighting from time of flower-bud differentiation to flowering time in 'Tamasudare 2'. But growth, pod-setting and flowering were influenced by night lighting from budding time to flower-bud differentiation and the days from flowering time to harvesting time were by night lighting from time of flower-bud differentiation to flowring time in 'Shiratuyu'.

5. The number of flower bud decreased by night lighting in 'Tamasudare 2' and increased in 'Shiratuyu'. Percentage of pod-setting on the night lighting of high intensities was low in both cultivars. These results showed that flower bud and pod-setting were controled by night lighting.