日作紀（Jpn. J. Crop Sci.）67(2)：183—186（1998）

ダイズの開花・結実に及ぼす開花期低温の影響

林高見*・鈴木健策・原正紀
（東北農業試験場）

要旨：開花期の低温条件が，ダイズの開花・結実に及ぼす影響を，有限伸育型で成熟期群IVに属するエンレイ，オクシロメ，スズユタカについて検討した．開花始め4日後から2週間の低温処理（昼15°C，夜13°C）を行い，開花日別開花数および結莢率を調査した．エンレイでは，低温処理による影響が顕著に現れ，処理の開始とともに開花数が著しく減少し，低温処理開始前後各2日間の花はほとんど結実しなかった．オクシロメでは，低温処理の開始とともに開花数がやや減少する傾向を示したが，結莢率は低下しなかった．スズユタカでは，低温による影響はほとんどみられなかった．以上の結果から，エンレイはオクシロメやスズユタカよりも低温に弱いこと，特に開花後に低温感受性の高まる時期のあることが示唆された．エンレイでは，低温によって一時的に開花・結実が阻害されたが，その後，低温処理期間中にもかかわらず結莢率が上昇した．

キーワード：開花，結実，ダイズ，低温，品種間差異．

近年地球温暖化が危惧されている一方で，気象変動の増大とそれに伴う冷害の危険性の増加が指摘されている（岡田 1995）．特に東北地方では，これまでにも「やませ」と呼ばれる冷湿な北東風のもたらす冷害がしばしばおこってきたことから，作物の耐冷性や環境変動に対する収量の安定性を向上させることは極めて重要となると思われる．

ダイズは一般に開花期間が長く，結莢数よりも開花数がはるかに多いこと（van Schaik and Probst 1958），一部の花の結実が阻害されると他の花の開花・結実が促進されること（Hicks and Pendleton 1969，Wiebold 1990）が報告されている．低温条件では，開花期間はさらに長くなり全体として開花数が増加し，耐冷性の高い品種は，低温処理後の開花数が多く，着莢率の回復が早いことが報告されている（黒崎・松川 1994）．また，低温によるダイズの結実阻害は開花前に最もその影響の大きいことが指摘されている（Saitoら 1970）．しかし，低温による開花・結実阻害とその後の結実促進の機構の詳細はまだ明らかではない．本研究では，盛岡における開花期および成熟期の類似した，適地の異なる3品種について，個々の花の開花と結実に及ぼす開花期の低温の影響を比較し考察を加えた．

材料と方法

長野県農業試験場桔梗ヶ原分場で育成され，東北南部から中国地方を適地とするエンレイ，東北農業試験場刈和野試験地で育成され，東北北部を適地とするオクシロメおよび東北中北部から関東北部を適地とするスズユタカを供試した．これらはすべて有限伸育型で，成熟期群IVに属する．1/5,000 aワグネルポットに東北農業試験場圃場（盛岡市下厨川）の表土（黒ボク土）を充填し，基肥としてポット当たり窒素0.7 g，リン酸2.2 g，加里2.2 gを施用し，土壌改良材として，ヨウリン，炭酸石灰それぞれ10 gを加えた．1993年6月24日に1品種10ポットに各4粒を播種し，雨よけハウス内で栽培した．第1本葉展開時に生育のそろった1個体を残し，適宜潅水した．開花始め4日後に各品種5ポットを自然光型環境制御温室に移し，2週間の低温処理（昼15°C，夜13°C）を行った後，再び雨よけハウス内に戻してこれを低温区とした．低温処理条件は過去の文献から15°C付近が適当と考えた（Saitoら 1970，後藤・山本1972，Hashimoto and Yamamoto 1976，黒崎・松川1994）．残りの5ポットは全期間を雨よけハウス内で生育させ，対照区とした．低温処理は，エンレイでは8月22日から9月4日，オクシロメでは8月19日から9月1日，スズユタカでは8月24日から9月6日まで行った．8月19日から9月6日までの対照区の平均気温は21°Cであった．開花始めから毎日の開花数を調査し，個々の花に開花日を記入した絹糸下げ札をつけた．開花調査は，8月15日から9月9日まで行った．開花当日を開花日としたが，低温処理期間中の閉花受精とみなされた花は，萼から花弁がはみ出した当日を開花日とした．成熟後自然乾燥し，稔実莢（以下莢）を下げ札の日付によって分類した．成熟期は対照区では3品種とも10月20日であったが，低温区ではエンレイが11月6日，オクシロメが11月1日，スズユタカが10月27日であった．

結　果

1. 収量関連形質

毎日の開花数を累計した総開花数は，いずれの品種も低温によって減少する傾向がみられた．結莢率は，エンレイでは低温により低下したが，オクシロメ，スズユタカでは低下しなかった．総莢数，粒数，子実重は，エンレイでは低温により約30%から50%減少した．オクシロメでは粒数がやや減少し，スズユタカでは粒数と子実重がやや減少した．百粒重はエンレイでは低温によってやや低下したが，スズユタカでは変化せず，オクシロメでは増加する傾向がみられた（第1表）．

1997年10月1日受理．＊連絡責任者（〒020-0123 盛岡市東北農業試験場．takami@tnaes.affrc.go.jp）．

NII-Electronic Library Service

第1表 収量関連形質．

形質	エンレイ			オクシロメ			スズユタカ		
	対照区	低温区	(比)	対照区	低温区	(比)	対照区	低温区	(比)
総開花数（個/個体）	57.6	52.4	(91)	75.0	70.8	(94)	86.4	76.6	(89)
総莢数（個/個体）	22.2	15.6*	(70)	22.8	24.4	(107)	30.2	28.4	(94)
結莢率（%）	39.3	30.5	(78)	32.7	34.9	(106)	35.2	37.6	(107)
粒数（個/個体）	48.2	23.4*	(49)	47.0	42.4	(90)	63.2	51.4	(81)
百粒重（g）	26.2	23.6	(90)	16.9	21.0	(124)	18.7	19.1	(102)
子実重（g/個体）	12.7	5.5*	(43)	8.8	9.2	(105)	11.9	9.9	(83)

対照区に対する低温区の比率を括弧内に百分率で示した．＊はt検定により対照区に対して5%水準で有意差のあることを示す．

2. 開花日別開花数および莢数

開花始めから2日間ごとの開花日別開花数および莢数を第1図に示した．対照区の開花期間は約20日であった．開花数は，開花始めから6～8日目に最大となった．その後開花数は急激に減少し，開花始めから16日目以降には，ほとんど開花はみられなくなった．対照区における開花数の推移のパターンは従来の報告（田尻・立野1952）とよく一致し，品種による違いは見られなかった．エンレイの低温区では，開花数は処理の開始とともに著しく減少した．オクシロメにおいても，開花数は低温処理開始とともに対照区に比べてやや少なくなった．エンレイとオクシロメの低温区では，開花始めから14日目以降に開花数が増加する傾向がみられた．スズユタカでは低温処理開始から4日目に一時的に開花数が減少したものの，ほぼ対照区と同様の推移を示した．

開花日別莢数は開花数の増減にほぼ対応して推移した．エンレイでは，低温区の開花始めから4日目（低温処理前2日間）の開花数が多かったが，これらの花は結実には至らなかった．

3. 開花日別結莢率

対照区では，結莢率は開花始めの花で60%から80%と高く，その後，日ごとに低下して16日目以降の花ではほとんど0%になった（第2図）．これは開花数の推移同様，従来の報告（田尻・立野1952，黒田ら1992）とよく一致し，品種による違いは見られなかった．低温区では，エンレイの開花始めから6日間の花の結莢率は対照区に比べて著しく低く，開花始めから4日目（低温処理前2日間）および6日目（低温処理開始から2日間）の花はほとんど結実しなかった．しかし，低温処理後半の花の結莢率は顕著に上昇し，処理開始10日目の花では結莢率が80%に達した．オクシロメでは，開花始めから10日間の花の結莢率には低温による影響はみられなかった．しかし12日目以降の花では，対照区では結莢率がほとんど0%となったのに対して，低温区では20%から40%に上昇した．スズユタカの結莢率の変化は対照区とほとんど一致し，低温による影響は認められなかった（第2図）．

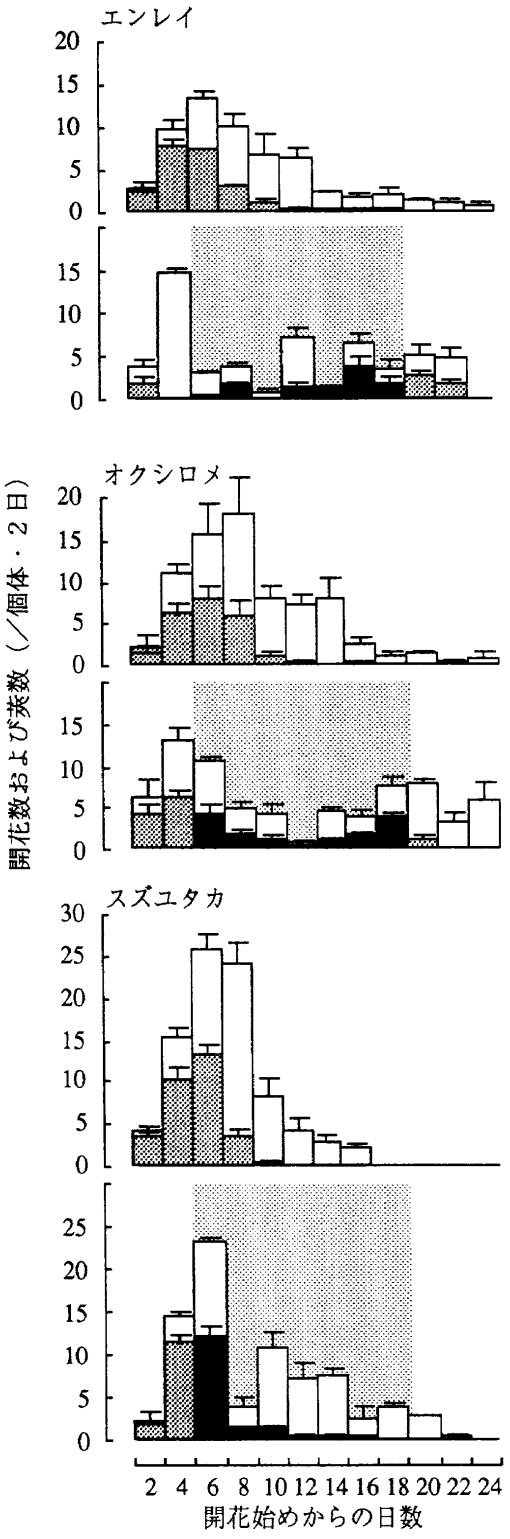
考　察

本試験で用いた3品種は，エンレイは東北南部から中国地方，オクシロメは東北北部，スズユタカは東北中北部から関東北部を適地とする．このため温度反応性に違いがあることが期待された．収量関連形質（第1表）をみると，エンレイでは総莢数や子実重が低温によって有意に減少しており，オクシロメやスズユタカに比べてエンレイは低温に弱いと考えられた．また，エンレイと比較すると収量関連形質については低温による影響に違いの少なかったオクシロメとスズユタカの間にも，開花日別開花数と結莢率に関して（第1図，第2図），低温に対する反応に明らかな違いがみられた．

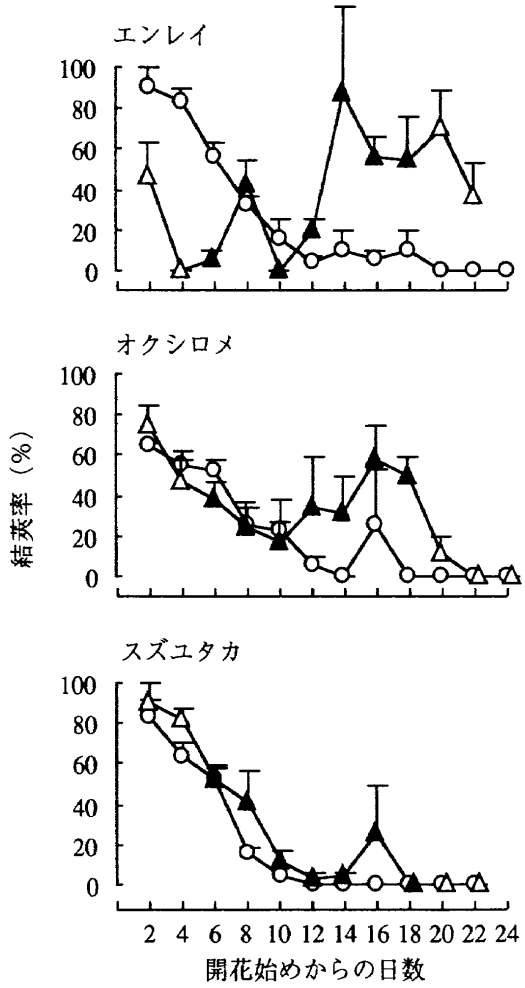
これまでダイズでは，開花前の低温は花粉の発育に影響して結実を強く阻害するが，開花後の低温による影響は比較的小さいと考えられてきた（Saitoら1970，後藤・山本1972）．しかし，本研究では，エンレイで，低温処理開始前後各2日間の花の結莢率が極めて低かったことから（第2図），開花後の低温によって結実が阻害されたと考えられた．このことは，エンレイでは開花後に低温感受性の高まる時期があることを示唆している．オクシロメやスズユタカでは，このような開花後の低温による結実阻害は認められず，品種によって感受性に違いがあると思われた．一方，エンレイやオクシロメにおいて，低温処理開始から10日目以降の花では，開花前に低温条件にあったにもかかわらず結莢率が高かった（第2図）．開花前の低温感受性について，花粉の発育段階の小胞子初期に最も低温感受性が高いが（Satake and Hayase 1970, Hashimoto and Yamamoto 1976），この段階の数日前後に低温処理を開始すると，低温による影響は低下することが報告されている（Hashimoto and Yamamoto 1976）．エンレイやオクシロメの低温処理後半の花では，低温処理開始前に花粉の発育期の低温感受性の高い時期を過ぎていることが予想され，加えて開花後の低温処理期間が短かったために，結果的に低温による障害が軽微となったと考えた．

ダイズでは摘花するとその後の開花・結実が促進される（Hicks and Pendleton 1969, Wiebold 1990）．このことは，低温処理初期の開花数の減少を補償する形で，低温による障害が軽微であった蕾の開花・結実が促進されること

NII-Electronic Library Service



第1図　開花日別開花数および莢数.
1) 各図の上側が対照区，下側が低温区である．薄い網掛けは低温処理期間を示す.
2) 開花した花のうち成熟期に稔実したものは莢数として濃い網掛けで示したが，低温処理期間中は黒塗りとした．棒線は標準誤差.
3) 開花数および莢数は開花始めから2日間ごとに集計した.



第2図　開花日別結莢率.
対照区は丸（○），低温区は三角（△），ただし低温処理期間中は黒塗り（▲）とした．棒線は標準誤差.

を示唆する．スズユタカでは，低温による結莢率の変化はみられなかったが，これは低温による開花への影響が小さかったためと考えられる（第1図，第2図）.

これまでダイズでは一時的な環境条件の悪化によって結実が阻害されても環境条件が回復すると開花，結実が促進されると考えられてきた（Saito ら 1970）．本研究の結果，エンレイやオクシロメでは低温処理期間中に開花数および結莢率の増加がみられたことから，今後は低温条件下の開花・結実について，個々の花や莢の発育の観点から詳細に検討する必要があると思われる.

謝辞：本研究のとりまとめにあたっては，小池説夫博士に貴重な助言をいただいた．また，実験にあたっては東北農業試験場業務1科の吉沢信行氏に協力していただいた．ここに記して謝意を表する.

引用文献

後藤和男・山本正 1972. 豆類の冷害に関する研究 第3報 大豆の開花前低温が花粉の発芽および受精に及ぼす影響．北海道農試彙報 100：14—19.

Hashimoto, K. and T. Yamamoto 1976. Studies on cool injury in bean plants. VII. Sensitive stages to sterile type low temperature injury during floral bud development in relation to nitrogen status of soybean plants. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 45：288—

NII-Electronic Library Service

297.

Hicks, D.R. and J.W. Pendleton 1969. Effect of floral bud removal on performance of soybeans. Crop Sci. 9 : 435—437.

黒田俊郎・植高智樹・郡健次・熊野誠一 1992. ダイズにおける花房次位別の花器脱落習性. 日作紀 61 : 74—79.

黒崎英樹・松川勲 1994. 大豆の障害型冷害に関する研究. 第1報 開花前後の低温下における開花習性. 育種・作物学会北海道談話会会報 35 : 108—109.

岡田益己 1995. わが国の食糧と日本農学 (1) —イネを中心として—. 変動の大きい気象と農業技術. 農及園 70 : 743—748.

Saito, M., T. Yamamoto, K. Goto and K. Hashimoto 1970. The influence of cool temperature before and after anthesis, on pod-setting and nutrients in soybean plants. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 39 : 511—519.

Satake, T. and H. Hayase 1970. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. V. Estimations of pollen developmental stage and the most sensitive stage to coolness. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 39 : 468—473.

田尻龍彦・立野寿之 1952. 大豆の生態 第1報 結実習性について. 中国四国農試研報. 1 : 26—34.

van Schaik, P.H. and A.H. Probst 1958. Effects of some environmental factors on flower production and reproductive efficiency in soybeans. Agron. J. 50 : 192—197.

Wiebold, W.J. 1990. Rescue of soybean flowers destined to abscise. Agron. J. 82 : 85—88.

Flowering and Podding Responses to Cool Temperature Treatment Imposed During the Flowering Period of Soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.) : Takami HAYASHI*, Kensaku SUZUKI and Masaki HARA (*Tohoku Natl. Agr. Exper. Sta., Morioka 020-0123, Japan*)

Abstract : Flowering and podding under cool temperature treatment were investigated using three determinate soybean varieties, Enrei, Okushirome and Suzuyutaka. Plants were treated at 15°C/13°C (day/night) in a growth chamber for 2 weeks starting 4 days after the beginning of flowering. Open flowers in both treated and nontreated plants were tagged every day. Pods were counted at maturity and related to the time of flowering. Suzuyutaka was not affected by the cooling treatment. For Okushirome, the number of flowers decreased when treatment was started but the podding ratio was unaffected for the first 10 days. For Enrei, in addition to a decrease in the number of flowers, flowers produced both 2 days before and after the start of treatment did not produce pods. Also for Enrei, a considerable increase in the podding ratio was observed during the latter half of the cooling treatment. Thus, Enrei showed higher sensitivity to cool temperatures as compared to Okusirome and Suzuyutaka, especially at the stage of early flowering.

Key words : Cooling treatment, Flowering, Podding, Soybean, Variety.

NII-Electronic Library Service