

和歌山農林水技セ研報 2 : 93~98, 2001

登熟温度と莢の低温処理がエンドウの開花に及ぼす影響

藤岡 唯志¹・花田 裕美²・加藤 一人¹

農林水産総合技術センター ¹農業試験場・²暖地園芸センター

Influence of Ripening Temperature and Chilling Treatment of Pods
on the Flowering of *Pisum sativum* L.

Tadashi Fujioka¹, Hiromi Hanada² and Kazundo Katou¹

¹Agricultural Experiment Station • ²Horticultural Experiment Center
Wakayama Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries

緒 言

和歌山県の実エンドウの主要品種である‘きしゅううすい’や大きやエンドウの‘オランダ’は、晩生であるため、夏まき栽培や秋まきハウス栽培では、開花促進処理を必要とする。現在、催芽種子の低温処理(2°C, 20日間)や幼苗期の長日処理が行われており、これらの処理により、第1花開花節位が無処理の場合よりも5~8節低下する(佐田ら, 1987)。催芽種子の低温処理によりエンドウの開花時期が促進されることを、香川(1961)や中村ら(1962), 伊藤(1953), 池谷・篠原(1957)も報告している。篠原(1959)は、登熟中の種子に起こる春化現象に着目し、エンドウの夏まき露地栽培採種種子と秋まき露地栽培採種種子の次世代の開花時期を比較し、登熟期の温度が低い前者が早くなることを報告している。また、篠原(1959)は、‘ウスイ’と‘渥美白花’を用いて、川田・小田原(1967)は、欧洲系エンドウを用いて、登熟途中の未熟種子を含む莢を採取し、低温処理することにより次世代の開花が早くなることを報告している。しかし、これらの報告では、登熟温度や莢の低温処理における処理時期と開花時期の関係は明らかにされていない。そこで、本報告では、登熟温度や採種栽培の作型と次世代の開花時期との関係を調査した。さらに、‘きしゅううすい’を供試し、莢の低温処理における処理

時期が次世代の生育開花に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

実験1 登熟温度が次世代の開花時期に及ぼす影響

供試品種は、実エンドウの‘きしゅううすい’、絹さやエンドウの‘美笛’、大きやエンドウの‘オランダ’とした。これら3品種の種子を育苗用培養土を詰めた直径15cmのポリポットに播種し、ガラス温室で育てた。開花始め時期に温度を10°C, 15°C, 20°Cおよび25°Cの4段階に設定した恒温人工気象器に移し、種子が登熟し、完熟するまで育てた。人工気象器の照明は白色蛍光灯(National ホモルクス植物用, FL40S・PG, 育成用2ME, 40ワット)を用い、日長は16時間、照度は2,000~3,000lxとした。完熟した種子を採種し、1995年9月14日に和歌山県暖地園芸センター(御坊市塩屋町)無加温ガラス温室内の畳に、5cm間隔に1粒、1条に播種して栽培した。1処理区10~20個体とし、開花日と主枝の第1花節位を調査した。

実験2 ‘きしゅううすい’の採種栽培の作型が次世代の開花時期に及ぼす影響

品種は‘きしゅううすい’を供試し、和歌山県暖地園芸センターにおいて、秋まきハウス栽培、

夏まき露地栽培および秋まき露地栽培の3つの作型で採種を行った。秋まきハウス栽培では、1994年9月13日に播種し、最低夜温を5°C以上に加温したビニールハウス内で栽培し、1995年1月末に開花して3月末に完熟した種子を採種した。夏まき露地栽培では、1994年8月12日に播種し、11月中旬に開花して1995年1月初めに完熟した種子を採種した。秋まき露地栽培では、1994年10月18日に播種し、1995年4月上旬に開花して5月中旬に完熟した種子を採種した。3つの作型で得た種子を1995年9月14日に同センターの無加温ガラス温室内の畝に播種し、1処理区20個体として、実験1と同様に調査した。

実験3 登熟中の莢の低温処理時期が次世代の生育開花に及ぼす影響

品種は‘きしゅううすい’を供試し、1996年10月26日に和歌山県暖地園芸センター内露地圃場に播種し(秋まき露地栽培)、1997年5月21日に、生育ステージが異なる莢を採取した。莢の生育ステージは、開花後日数が15日、17日、19日、23日、27日、31日、35日および40日の8段階とした。開花後17日の莢は青果としての収穫適期で、莢の厚さは1.2mmであった。開花後19日の莢は全体が白化し、腿座痕が黒色に変化した状態で、開花後23日の莢は褐変が始まり、種子が黄化し始めていた。開花後31日の莢はほぼ乾燥し、開花後40日の莢は種子も乾燥した状態であった。各生育ステージの莢を、2°Cの低温恒温器に3か月間貯蔵し、風乾させた。その後、室温で20日間放置し、1997年9月10日に、これらの莢から

乾燥した種子を取り出し、種子重と種子色の調査を行い、無加温ガラス温室内の畝に、5cm間隔で1粒、1条に播種した。対照区として、秋まき露地栽培で慣行に従って採取した種子(慣行種子)を用い、種子の催芽後2°Cで20日間低温処理してから播種する区と無処理の種子を播種する区を設けた。1処理区15個体とし、発芽率、開花日、第1花節位および生育を調査した。

結 果

1. 登熟温度が次世代の開花時期に及ぼす影響

‘きしゅううすい’では10°C区と15°C区は、開花まで日数がそれぞれ60.6日、62.8日と短く、第1花節位がともに22.0節と低かったが、20°C区と25°C区は、開花まで日数がそれぞれ、86.0日、107.4日と長く、第1花節位がそれぞれ、28.8節、33.4節と高かった(第1表)。‘美笛’では10°C区と15°C区は、開花まで日数がそれぞれ、33.8日、39.4日と短く、第1花節位がそれぞれ、11.0節、10.2節と低かったが、20°C区と25°C区は開花まで日数がそれぞれ、47.8日、50.0日と長く、第1花節位がそれぞれ、16.5節、15.4節と高かった。

‘オランダ’では10°C区は、開花まで日数が72.2日と短く、第1花節位が20.6節と低かったが、20°C区は、開花まで日数が84.3日と長く、第1花節位が24.0節と高かった。以上の結果、15°C以下の温度で登熟した‘きしゅううすい’、

‘美笛’および‘オランダ’の種子は、20°C以上の温度で登熟した同じ品種の種子と比較して、開花が促進されることが明らかとなった。

Table 1. Effect of ripening temperature on the flowering of pea.^z

Cultivars	Temperature (°C)	Days to flowering	No.of node at the first flowering
Kishu-usui	10	60.6 a ^y	22.0 a
	15	62.8 a	22.0 a
	20	86.0 b	28.8 b
	25	107.4 c	33.4 c
Misasa	10	33.8 a	11.0 a
	15	39.4 ab	10.2 a
	20	47.8 b	16.5 b
	25	50.0 b	15.4 b
Oranda	10	72.2 a	20.6 a
	20	84.3 b	24.0 b

^z Seeded on Sept.14,1995 in the unheated greenhouse.

^y Mean separation within columns of cultivars by Duncan's multiple range test,5% level.

2. ‘きしゅううすい’ の採種栽培の作型が次世代の開花時期に及ぼす影響

播種から開花までの日数は、秋まきハウス栽培採種種子が 63.8 日と最も短く、次に、夏まき露地栽培採種種子の 66.7 日であり、秋まき露地栽培採種種子が 82.8 日と最も長かった（第 2 表）。第 1 花節位も秋まきハウス栽培採種種子が 23.4 節と最も低く、次に、夏まき露地栽培採種種子の 26.0 節であり、秋まき露地栽培採種種子が 28.0 節と最も高かった。

3. 登熟中の莢の低温処理時期が次世代の生育開花に及ぼす影響

莢低温処理後の乾燥種子の 10 粒重は、生育ステージの若い開花後 15 日と 17 日の莢では、1.7~1.8 g と軽く、その他の生育ステージの莢では 2.2~2.8 g であったが、慣行種子の 3.4 g より軽かった（第 3 表）。種子の色は、開花後 23 日までの若い莢では、緑色であったが、開花後 27 日以降の莢では慣行種子と同じ黄白色であった。種子の発芽率は、開花後 15 日と 17 日の莢では、それぞれ 66.7%，50.0% と低かったが、それ以外の処

理区では 86.7~100% と高かった。

次世代の播種から開花までの日数は、開花後 15 日と 17 日の莢区が、それぞれ、67.5 日、69.0 日であり、種子低温処理区（慣行種子）の 68.0 日と同程度に短かったが、その他の莢低温処理区および無処理区（慣行種子）は、75.0 日以上と長かった（第 4 表）。次世代の第 1 花節位は、開花後 15 日莢区と種子低温処理区が約 23 節と最も低く、次に開花後 17 日莢区、19 日莢区がそれぞれ、25.0 節、26.3 節であった。開花後 23 日以降の莢低温処理区と無処理区は、第 1 花節位が 26.8 節以上と高かった。草丈と節数は、開花後 15 日莢区が最も小さかった。

以上の結果、「きしゅううすい」では、秋まき露地栽培において春に開花後 15 日と 17 日（青果としての収穫適期少し前と適期にあたる）の登熟途中の莢を採取して、2 °Cで低温乾燥処理することにより次世代の開花時期が早くなり、第 1 花節位が低下することが明らかとなった。しかし、このような若い莢の処理では、種子の発芽率が低くなかった。

Table 2. Effect of cropping type for seed harvesting on the flowering of pea cv. ‘Kishu-usui’.

Cropping type for seed harvesting (Seeding time)	Days to flowering	No. of node at the first flowering
Fall seeding culture in plastic greenhouse (Sept.13,1994)	63.8 a ^y	23.4 a
Summer seeding culture in open field (Aug.12,1994)	66.7 ab	26.0 ab
Fall seeding culture in open field (Oct.18,1994)	82.8 c	28.0 b

^xSeeded on Sept.14,1995 in the unheated greenhouse.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 3. Effect of developmental stage of pod in chilling treatment on weight, color and germination of pea seeds.^z

Developmental stage of pod (Days after flowering)	Weight of 10 seeds (g)	Color of seed	% of germination ^y
15	1.7	Light green	66.7
17	1.8	Light green	50.0
19	2.2	Light green	100
23	2.5	Light green	86.7
27	2.2	Yellow white	100
31	2.6	Yellow white	100
35	2.2	Yellow white	100
40	2.7	Yellow white	93.3
Chilling treatment of control seed ^x	—	—	93.3
Non treatment of control seed	3.4	Yellow white	100

^xCultivar: ‘kishu-usui’. Chilling treatment of pea pod at 2°C, 3 month.

^y20 days after seeding. ^z2°C, 20 days.

Table 4. Effect of developmental stage of pods in chilling treatment on the flowering and growth of main stem of pea.²

Developmental stage of pod (Days after flowering)	Days to flowering	No. of node at the first flowering	Stem length (cm)	No. of node
15	67.5 a ^x	23.0 a	242.0 a	28.0 a
17	69.0 a	25.0 ab	285.7 bc	32.3 b
19	75.5 b	26.3 bc	269.6 abc	30.3 ab
23	75.0 b	26.8 bcd	281.4 bc	31.9 b
27	77.3 bc	26.8 bcd	253.9 ab	30.1 ab
31	80.4 c	28.5 cd	267.9 abc	31.3 ab
35	75.8 b	27.5 bcd	278.2 bc	31.2 b
40	76.5 b	29.1 d	288.2 c	33.0 ab
Chilling treatment of control seed ^y	68.0 a	22.7 a	299.1 c	30.1 ab
Non treatment of control seed	77.5 bc	27.7 cd	287.7 c	31.3 ab

^xSeeded on Sept.10,1997 in the unheated greenhouse. Cultivar: 'Kishu-usui'.

^yChilling treatment of pod at 2°C, 3 month. Surveyed on Dec.3,1997. 2°C, 20 days.

^{*}Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 1% level.

考 察

1. 登熟温度

催芽種子の低温処理温度は、2°Cが良いとされる（香川, 1961）。また、莢の低温処理の実験では、篠原（1959）は3～7°Cで、川田・小田原（1967）は5°Cで処理を行っている。実験1において、10°Cと15°Cの温度で登熟したエンドウの種子は、20°C以上の温度で登熟した種子に比べて次世代の開花が促進された。また、これらの実験における、10°Cと15°Cの温度で登熟した‘きしゅううすい’の種子の開花促進の程度は、実験3の催芽種子低温処理と同程度であった。これらのことから、樹上でエンドウの種子を登熟させる場合、催芽種子や莢の低温処理温度より高い10°Cや15°Cの温度でも春化効果があることが明らかとなつた。

実験1において、25°Cで登熟した‘きしゅううすい’の種子は、実験2の秋まき露地栽培採種種子より第1花節位が高くなり、開花が遅延した。また、佐田ら（1987）は、‘美筈’は開花促進効果の小さな品種であり、催芽種子の低温処理により主枝の第1花節位が2～3節しか低下しないと報告しているが、本実験においては、登熟温度が15°C以下と20°C以上では、第1花節位に約5節の差が生じた。これらのこととは、高温条件で採種した種子は、通常の慣行種子（秋まき露地栽培採種種子）より第1花節位が高くなつて開花が遅延し、より晩生化することを示唆している。

2. 採種栽培の作型

実験2において、秋まきハウス栽培採種種子、夏まき露地栽培採種種子、秋まき露地栽培採種種子の順に次世代の開花が早くなつた。篠原（1959）も、夏まき露地栽培採種種子は秋まき露地栽培採種種子より、播種から開花までの日数が短くなると報告している。本実験における各作型での開花から種子完熟までの外気温（第1図）をみると、秋まき露地栽培が最も高く、秋播きハウス栽培が最も低いことがわかる。ハウス内の気温は、もう少し高いと思われるが、最低夜温の設定が5°Cと低く、日中はほとんど換気することを考えれば、秋まきハウス栽培採種種子は、低温にかなり遭遇したと思われる。すなわち、種子の登熟期に低温に多く遭遇した作型の順に、開花時期が早まつたと推察される。秋まきハウス栽培で冬期に採種することは、開花時期が早い有益な種子が得られるうえ、病気の汚染も少ないと推測できることから実用的な採種法といえる。

3. 莢の低温処理

登熟中に春化された種子を獲得するには、低温条件での採種とともに、収穫後の莢の低温処理が考えられる。篠原（1959）は、「ウスイ」と‘渥美白花’を用いて、川田・小田原（1967）は、欧洲系エンドウを用いて、莢の低温処理により次世代の開花が早くなることを報告している。‘きしゅううすい’を用いた実験3においても、莢の低温処理による開花促進効果が認められた。これらの

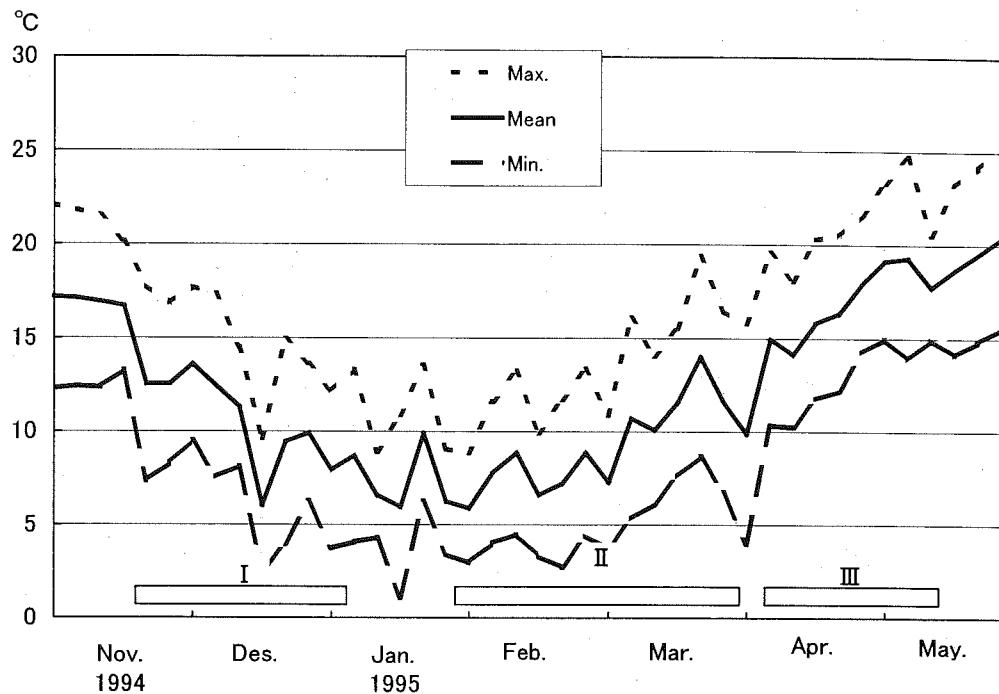


Fig. 1 Air temperature from flowering to full ripe of pea in three cropping type for seed harvesting (Nov.1994 – May 1995).

- I : A period from flowering to full ripe of pea in summer seeding culture in open field.
- II : A period from flowering to full ripe of pea in fall seeding culture in plastic greenhouse.
- III : A period from flowering to full ripe of pea in fall seeding culture in open field.

結果は、莢の収穫後も種子が乾燥するまでに胚がある程度生長するものと考えられ、この間に受け低温の効果であると思われる。

篠原（1595）は、莢の低温処理の実験において、莢の着生位置の下位、中位、上位すなわち早期開花、中期開花、晩期開花に分けて採種して処理したが、熟度の進んだ下位採種種子は処理中にほとんど発芽し、残ったのは未熟種子だけとなつたため、莢の生育ステージと開花時期の関係を明らかにできなかつた。本実験においては、供試したすべての莢の未熟種子は、低温処理中に発芽しなかつた。開花後15日と17日の莢を処理すると、開花促進効果が高かつたが、開花後19日以降の日数が経過した莢では効果が少なかつた。これは、開花後日数が経過した莢では、種子が乾燥するまでの日数が短く、胚が低温を受ける日数が短かつたためと思われる。開花後15日と17日の若い莢の低温乾燥処理により、次世代の開花が早くなるものの、種子の発芽率が低くなるため、本処理法を開花促進のための実用技術とするにはさらに検討を要する。

摘要

エンドウ種子について、登熟温度や採種栽培の作型と次世代の開花時期との関係を調査した。さらに、登熟途中の未熟種子を含む莢の低温乾燥処理において、処理時期が次世代の生育開花に及ぼす影響を検討した。

1. 15°C以下の温度で登熟した‘きしゅううすい’、‘美笛’および‘オランダ’の種子は、20°C以上の温度で登熟した同じ品種の種子と比較して、播種から開花までの日数が短くなり、第1花節位が低下した。
2. 秋まきハウス栽培採種種子、夏まき露地栽培採種種子、秋まき露地栽培採種種子の順に、播種から開花までの日数が短くなり、第1花節位が低下した。
3. ‘きしゅううすい’では、秋まき露地栽培において春に開花後15日と17日（青果としての収穫適期少し前と適期にあたる）の登熟途中の莢を採取して、2°Cで低温乾燥処理することにより次世代の開花時期が早くなり、第1花節位

が低下した。しかし、このような若い莢を処理すると、種子の発芽率が50~66.7%に低下した。

引用文献

- 池谷保緒・篠原捨喜.1957.豆類のバーナリゼーションに関する研究（第2報）豌豆の催芽種子低温処理効果の品種間差異と品種分類への考察. 静岡農試研報.2:56-70.
- 伊藤 潔.1953.莢豌豆品種の生態的特性に関する研究（第1報）.農及園.28:1223-1224.
- 香川 彰.1961.エンドウのバーナリゼーションに関する研究. 開花におよぼす催芽種子低温処理効果とその品種間差異について.岐阜大農研報.14:1-8.
- 川田 計・小田原長治.1967.欧洲系エンドウの生

態に関する研究（第8報）登熟中の低温処理とその影響.園学要旨 42秋.154-155.

中村英司・服部安一・音野秀幸.1962.エンドウの分枝性に関する研究（第1報）日長および種子低温処理が分枝性におよぼす影響.園学雑. 31:64-72.

佐田明和・藤岡唯志・西森裕夫.1987.ハウスエンドウの開花促進に関する研究（第1報）長日、低温処理の効果とその品種間差異について. 和歌山農試研報.12:33-38.

篠原捨喜.1959.十字花科作物を中心とした抽苔開花現象の種生態学的研究 特に登熟中の種子に起る春化現象とその役割について 豌豆についての研究.静岡農試特研報.6:86-95.

Summary

Effects of ripening temperature, cropping type for seed harvesting and chilling treatment of pods on the vernalization and flowering of pea (*Pisum sativum* L.) were investigated.

- When the seeds ripened below 15 °C were sown, the flowering time were accelerated more than those done over 20°C, in pea cv. 'Kishu-usui', 'Misasa' and 'Oranda' .
- When the seeds harvested in fall seeding culture in plastic greenhouse were sown, the flowering time were accelerated more than those done in other cropping type in 'Kishu-usui' .
- When the pods of 15-17 day after flowering were chilled at 2°C, the effect of the vernalization was high. But the germination percentage of the seeds from those pods were 50-60 %.