

トウガラシ属の種子発芽にみられる変温要求性

佐藤 隆徳・矢澤 進・並木 隆和

TAKANORI SATO, SUSUMU YAZAWA and TAKAKAZU NAMIKI

Requirement of alternating temperature for germination of pepper seeds

要旨：トウガラシ属の5種10品種を供試し、種子発芽における好適温度および変温要求性について検討した。

日本の栽培品種は一定温度で高い発芽率を示し、発芽の好適温度は 25°C から 35°C の広い範囲に及んだ。しかし、中央アメリカおよび南アメリカで採取された品種は、品種ごとに発芽の好適温度は異なり、20°C 以下では発芽が抑制された。供試した10品種のうち3品種は、一定温度では発芽しなかったが、変温処理を行なうとただちに発芽した。

緒 言

トウガラシの種子発芽の好適温度は、20°C から 30°C とされている¹⁾²⁾。一般に温帯原産の蔬菜は、熱帯および亜熱帯原産のものに比べてより低い温度範囲で発芽することが認められている¹⁾。トウガラシ属植物の原産地は、中央アメリカから南アメリカまで広く異なっているため³⁾⁴⁾、種および品種により発芽に必要な温度範囲が異なるものと考えられる。また、ナスの発芽には、一般に変温処理が有効であることが知られている⁵⁾⁶⁾⁷⁾。同じナス科のトウガラシにおいては、一定温度より変温が有効であるとされているが、その詳細については不明である⁸⁾⁹⁾。

本実験では、トウガラシ属の種子発芽における好適温度および変温要求性について検討した。

材料および方法

供試材料は、*Capsicum annuum* に属する‘ししとう’、‘伏見甘’、‘鷹の爪’、‘カリフォルニア・ワンダー’および‘No. 3446’、*C. chinense* に属する‘No. 3325’および‘No. 3341’、*C. frutescens* に属する‘タバスコ’、*C. baccatum* に属する‘No. 3188’、および *C. pubescens* に属する‘No. 3310’とした。‘ししとう’、‘伏見甘’、‘鷹の爪’および‘カリフォルニア・ワンダー’は、市販

種子を用いた。‘鷹の爪’については採種年度は不明、‘ししとう’は昭和54年度、その他は昭和53年度のものを用いた。‘No. 3446’、‘No. 3325’、‘No. 3341’、‘No. 3188’および‘No. 3310’の種子は、京都大学植物生殖質研究施設が中央アメリカおよび南アメリカにおいて採取したものを¹⁰⁾を本研究室で自殖したものである。それぞれの採取地は、‘No. 3446’はメキシコ、‘No. 3325’、‘No. 3341’、‘No. 3188’および‘No. 3310’はボリビアである。‘No. 3446’、‘No. 3325’および‘No. 3310’は昭和53年度に、‘No. 3341’は昭和55年11月にそれぞれ採種したものをを用いた。採種年度の最も新しいものは‘No. 3188’の昭和56年12月で、採種から実験開始まで2ヶ月以上貯蔵したものをを用いた。‘タバスコ’の入手地については不明であるが、昭和54年4月に採種したものをを用いた。種子はすべて室温乾燥下で貯蔵した。

処理区として、各品種につき 15°C区、20°C区、25°C区、30°C区および 35°C区の合計5区を設け、1区当たり25粒播種した。播種は網目状の上げ底ポリ容器内のパーミキュライトに、昭和56年4月10日および昭和57年3月1日(‘カリフォルニア・ワンダー’、‘No. 3188’)の2回に分けて行なった。播種箱は、前述の温度に調節した恒温器(暗黒)内に置き、かん水は随時行なった。発芽調査は、播種後6日ないし7日め以降実験終了時まで毎日行なった。子葉が培地より完全に露出し

京都府立大学農学部蔬菜園芸学研究室

Laboratory of Olericulture, Faculty of Agriculture, Kyoto Prefectural University, Kyoto, Japan.

昭和57年7月10日受理

たものを発芽とみなした。なお、種皮が子葉から完全に離脱していない場合にも発芽とみなした。15°C 以外の区については45日間処理温度を一定に保ち、それ以後は 30°C 16時間（午後6時～午前10時）—15°C 8時間（午前10時～午後6時）の変温処理を毎日行なった。15°C 区については65日間 15°C 一定とし、それ以後は前述のように 30°C—15°C の変温処理を開始し、発芽調査を行なった。

結 果

C. annuum の発芽調査の結果を Fig. 1 に示した。‘ししとう’、‘伏見甘’、‘鷹の爪’ および ‘カリフォルニア・ワンダー’ は、15°C 区を除きそれぞれの一定処理温度でよく発芽し、それぞれ類似した発芽様式を示した。しかし ‘カリフォルニア・ワンダー’ ではどの処理区でも発芽率が低かった。初期発芽率の上昇をみると、‘ししとう’、‘伏見甘’ および ‘鷹の爪’ では 30°C 区と 25°C 区が、‘カリフォルニア・ワンダー’ では 30°C 区と 35°C 区が著しかった。どの品種においても、20°C 区は 30°C 区および 25°C 区に比べ、発芽開始が10日前後遅れるが、35°C 区より高い発芽率を示した。‘ししとう’ では 35°C 区において発芽が比較的悪く、逆に 15°C 区が他の品種に比べてよく発芽し、46日目で 35°C 区を上回った。いずれの処理区においても変温の効果は認められず、一定温度でよく発芽した。‘伏見甘’ では、‘ししとう’ とは異なり、35°C 区でもよく発芽したが、15°C 区では悪く、どの区においても変温の効果は認められなかった。‘鷹の爪’ では ‘伏見甘’ と類似した発芽傾向を示したが、35°C 区では初期発芽率の立ち上がりやや緩慢であった。15°C 区では、‘ししとう’ と比較して発芽率の立ち上がりは緩慢であったが、最終的にはほぼ同程度の発芽率を示した。‘カリフォルニア・ワンダー’ では、初期の発芽率は 30°C 区と 35°C 区が高かった。しかし、35°C 区では14日以後は発芽せず、処理区のなかでは発芽率が最も低かった。15°C 区での初期の発芽率は ‘ししとう’ に次いで高かった。一方、*C. annuum* に属する5品種のうち、‘No. 3446’ のみが他と著しく異なった発芽様式を示した。20°C 区、25°C 区、30°C 区および 35°C 区では、いずれも45日間の一定温度では発芽しなかった。ところが 30°C—15°C の変温処理を行なうと、25°C 区と 20°C 区では21日目に、35°C 区では34日目にそれぞれ 100% の発芽率を示した。最も発芽が悪かった 30°C 区においても変温開始35日後に発芽率92%を示した。15°C 区では、Fig. 1 に示すように変温開始25日後に発芽率はほぼ90%に達した。なお、15°C 区において Fig.

1 には示されていないが、変温開始29日後にいたり1粒発芽した。

C. chinense に属する ‘No. 3325’ と ‘No. 3341’ は異なった発芽様式を示した (Fig. 2) 。‘No. 3325’ では 30°C 区と 25°C 区で初期の発芽率が最も高く、20°C 区がこれに次いだ。35°C 区では45日後にいたっても 60% の発芽率であり、変温処理後もほとんど変化しなかった。15°C 区の発芽率は ‘No. 3446’ 以外の *C. annuum* と比べ、一定温度では低いが、変温後では高い値となった。一方、‘No. 3341’ は前述の ‘No. 3446’ 同様、極めて強い変温要求性を示した。各処理区の変温後の初期の発芽率は、35°C 区でやや低かったが、その他の区では初期の発芽率は高かった。実験終了時の発芽率は、すべての区でほぼ100%となった。

C. frutescens に属する ‘タバスコ’ では、初期の発芽率は30°C 区と 25°C 区が最も高く、35°C 区がこれに次ぎ、20°C 区では発芽開始が8日ほど遅れた。15°C 区では播種後33日目に発芽率は28%であったが、変温処理を行うと12日目に84%に達した。15°C 区以外では変温処理の効果は認められなかった (Fig. 3)。

C. baccatum に属する ‘No. 3188’ において、一定温度では 30°C 区で8%発芽したが、その他の区では発芽しなかった。25°C 区では変温処理9日目に、20°C 区では14日目に、また 15°C 区では10日目に100%の発芽を示した。30°C 区では変温処理が16日目に84%を示し、その後発芽率は上昇しなかった。‘No. 3188’ の発芽様式は *C. chinense* に属する ‘No. 3341’ と類似しており、発芽に変温が必要であった (Fig. 4)。

C. pubescens に属する ‘No. 3310’ では、30°C 区と 25°C 区の一定温度でもよく発芽するが、35°C 区では 56% の発芽率であり、変温を与えても発芽率の上昇はほとんどみられなかった。一方、20°C 区、15°C 区では一定温度での発芽率はそれぞれ4%、0%であった。ところが変温処理を行なうと 20°C 区、15°C 区ともに高い発芽率を示した (Fig. 5)。

考 察

各品種の処理温度別 D_{50} (50%発芽するのに要した日数) および P_{14} (播種後14日目の発芽率) を Table 1 に示した。

‘No. 3446’、‘No. 3341’ および ‘No. 3188’ 以外の、発芽に変温を要求しない品種についてみると、*C. annuum* では、 D_{50} は 30°C 区が短く、 P_{14} についても ‘ししとう’ 以外は 30°C 区で最も高かった。また、‘カリフォルニア・ワンダー’ では 30°C 区に次いで 35°C 区が D_{50} が短かく、 P_{14} が高くなった。この

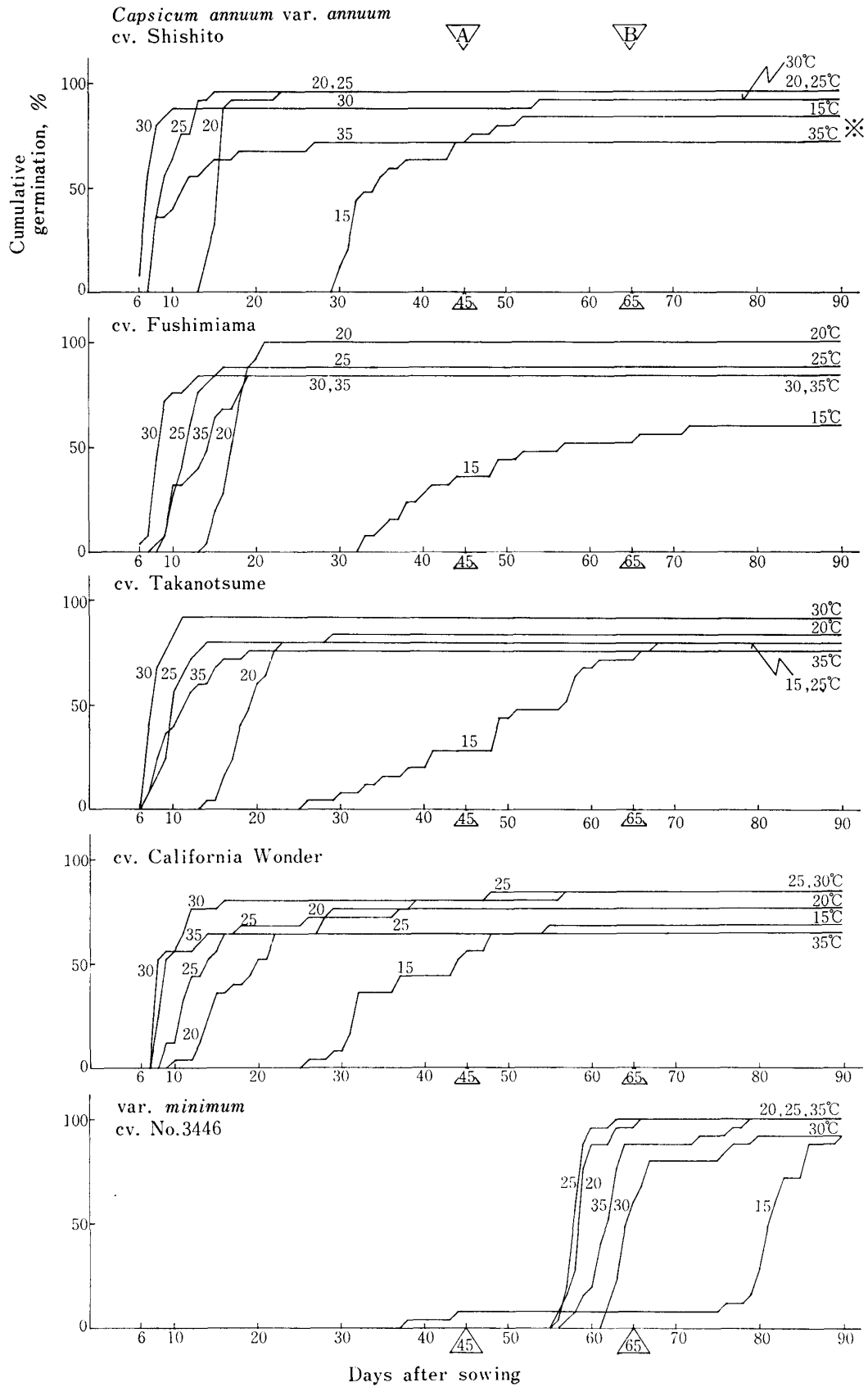


Fig. 1. Germination of *Capsicum annuum* at various constant temperatures and alternating temperature.

▽: Starting point of alternating temperature treatment except for the 15°C.

▽: Starting point of alternating temperature on 15°C treatment.

※: The data are the 1982's.

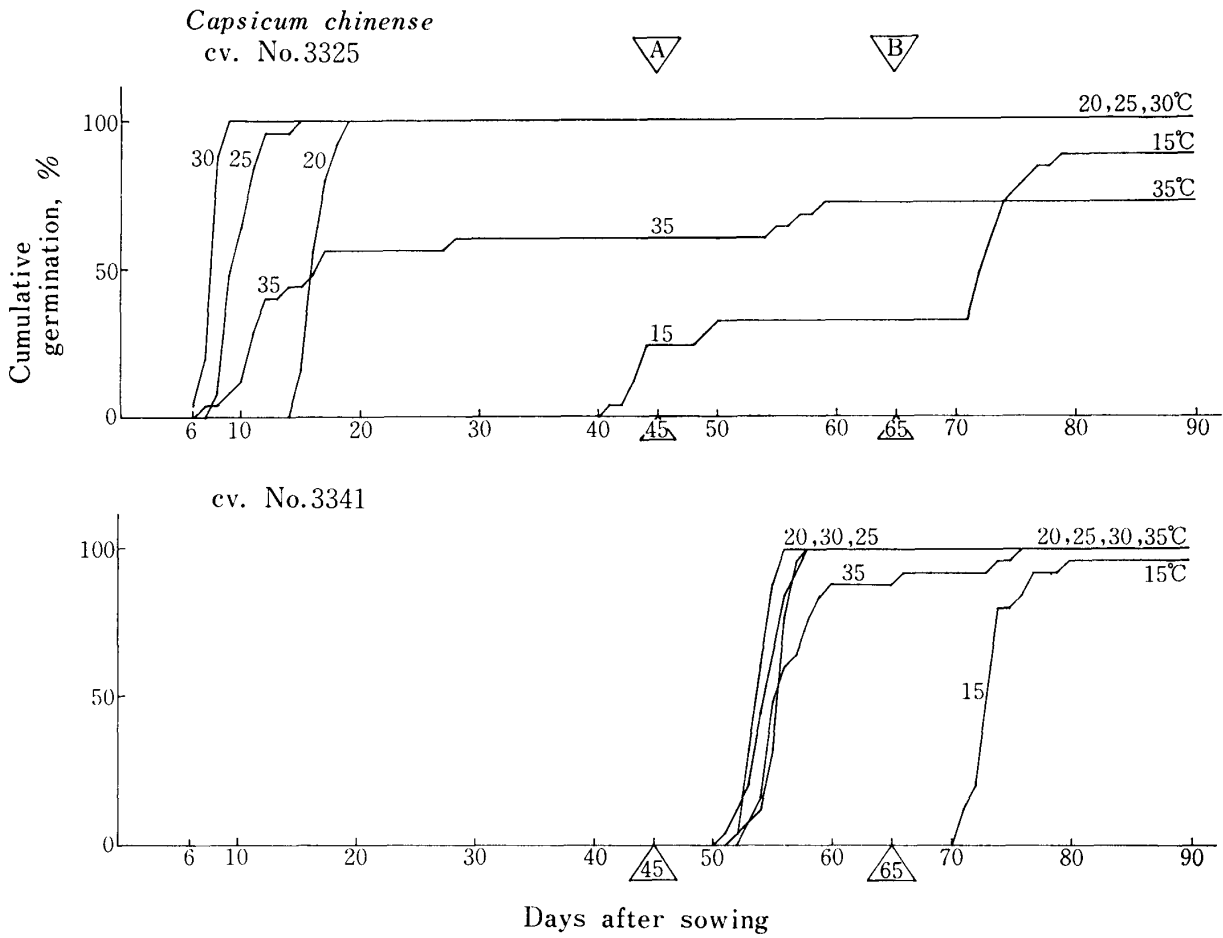


Fig. 2. Germination of *Capsicum chinense* at various constant temperatures and alternating temperature.

▽ and ▽ are the same abbreviations as in Fig. 1.

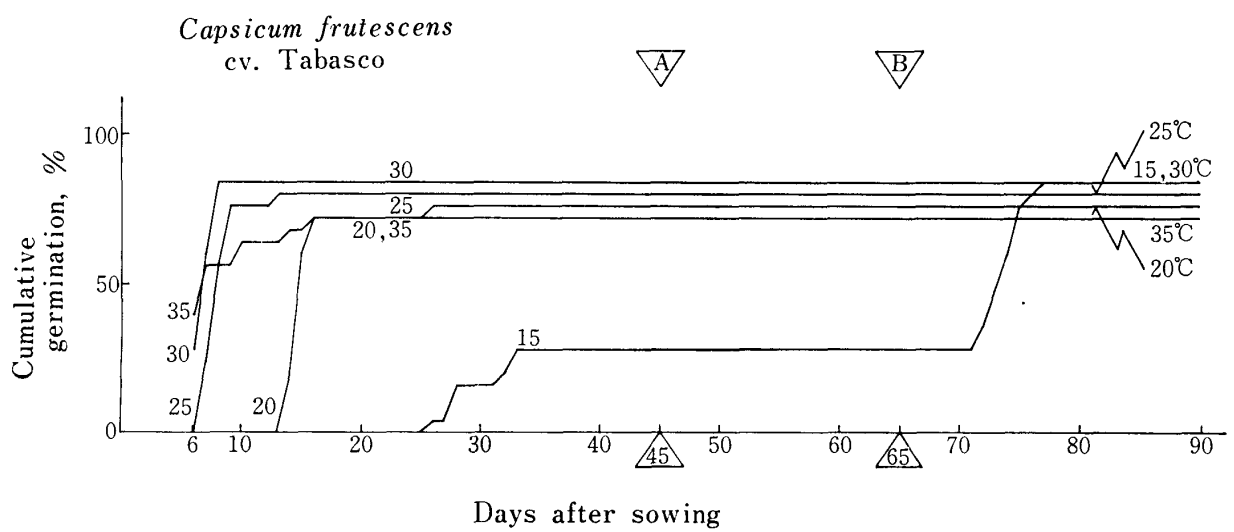


Fig. 3. Germination of *Capsicum frutescens* at various constant temperatures and alternating temperature.

▽ and ▽ are the same abbreviations as in Fig. 1.

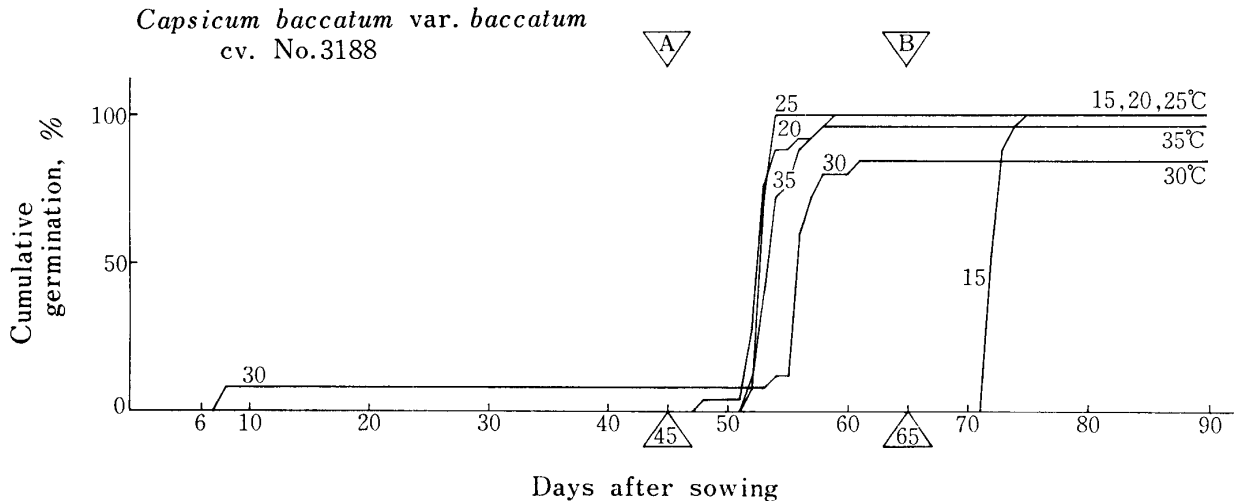


Fig. 4. Germination of *Capsicum baccatum* at various constant temperatures and alternating temperature.

△ and ▽ are the same abbreviations as in Fig. 1.

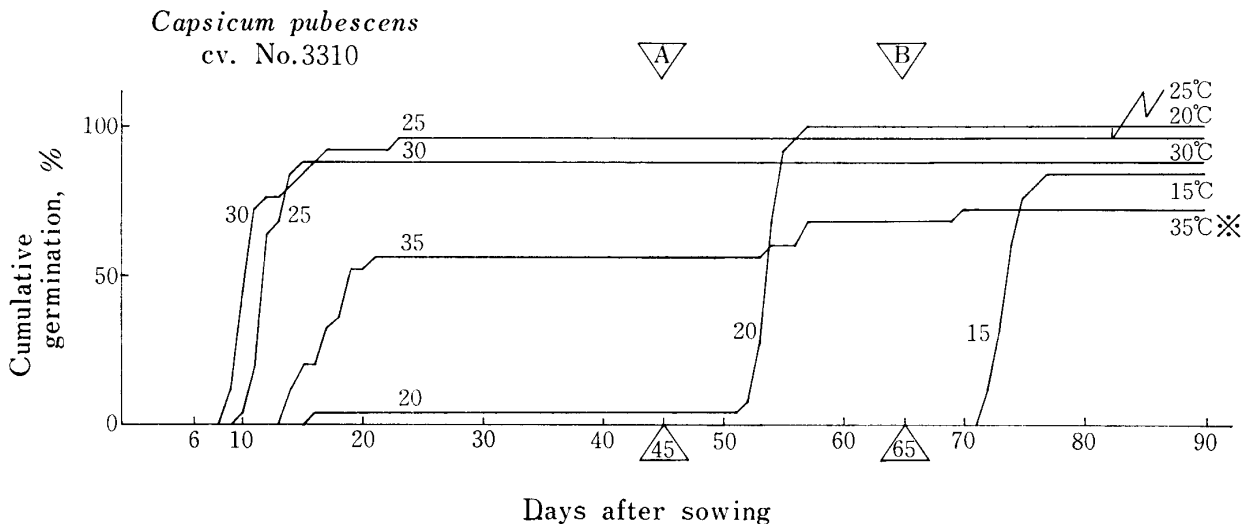


Fig. 5. Germination of *Capsicum pubescens* at various constant temperatures and alternating temperature.

△ and ▽ are the same abbreviations as in Fig. 1.

※: The data are the 1982's.

ようなことから、発芽の好適温度は、'伏見甘' と '鷹の爪' では 30°C ないし 30°C よりやや低く、'ししとう' ではこれらの品種よりも低く 25°C から 30°C の間、'カリフォルニア・ワンダー' では、30°C ないし 30°C よりやや高めであると思われる。

C. chinense に属する 'No. 3325' では、25°C から 30°C の間で最も D_{50} が短く、 P_{14} が高く、20°C 区および 35°C 区では D_{50} が長く、 P_{14} が低くなった。20°C 区では、Fig. 2 にみられるように、播種19日目に発芽率100%を示した。以上の結果から、'No. 3325' の高い発芽率のみられる温度域は 20°C から 30°C という限られたところに存在することが明らかになった。

15°C 区における変温処理後の発芽率の上昇は、変温の効果というより、変温処理時の 30°C という高温が発芽を促進したものである。

C. frutescens に属する 'タバスコ' では、 D_{50} は 30°C 区および 35°C 区で最も短く、 P_{14} においては 30°C 区で最も高く 25°C 区がこれに次いだ。'タバスコ' の発芽好適温度範囲は 25°C から 35°C と広く、高温でもよく発芽する傾向がみられた。これは、*C. frutescens* の原産地である南アメリカの北部およびカリブ海沿岸の熱帯地域の気候条件と関係があるのかもしれない。15°C 区における変温の発芽促進は、*C. chinense* に属する 'No. 3325' 同様、変温にともなう

Table 1. Days to 50% germination and percentage of germination in 14 days after sowing.

		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C	
		D ₅₀ ¹⁾	P ₁₄ ²⁾	D ₅₀	P ₁₄	D ₅₀	P ₁₄	D ₅₀	P ₁₄	D ₅₀	P ₁₄
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>annuum</i>	Shishito	35	0	16	16	9	92	7	88	12	60
	Fushimiama	57	0	17	4	12	80	9	84	15	48
	Takanotsume	57	0	20	4	10	80	8	92	12	60
	California Wonder	44	0	20	20	14	52	8	76	9	64
var. <i>minimum</i>	No. 3446	(17) ³⁾	0	(14)	0	(13)	0	(20)	0	(17)	0
<i>C. chinense</i>	No. 3325	(8)	0	16	0	10	96	8	100	17	44
	No. 3341	(9)	0	(9)	0	(10)	0	(11)	0	(11)	0
<i>C. frutescens</i>	Tabasco	(9)	0	15	20	8	80	7	84	7	68
<i>C. baccatum</i> var. <i>baccatum</i>	No. 3188	(7)	0	(8)	0	(8)	0	(11)	8	(9)	0
<i>C. pubescens</i>	No. 3310	(9)	0	(9)	0	12	84	11	80	19	12

¹⁾ D₅₀: Days to 50% germination.

²⁾ P₁₄: Percentage of germination in 14 days after sowing.

³⁾ (): Days to 50% germination after alternating temperature.

高温 (30°C) に遭遇したためであると思われる。広瀬は、‘タバスコ’ は一定温度では発芽が悪く、変温の効果が高いことを報告している⁹⁾。本実験で用いた ‘タバスコ’ は広瀬から入手したものであるが、本実験結果では 25°C から 35°C の一定温度で高い発芽率を示し、広瀬の結果と異なっている。この点については、自殖の繰り返しによる発芽特性の変異などを考慮に入れて、さらに追究する必要がある。

C. pubescens に属する ‘No. 3310’ では、D₅₀ は 30°C 区が最も短く、25°C 区がこれに次ぎ、P₁₄ は 25°C 区が最も高く、30°C 区がこれに次いで高かった。‘No. 3310’ における発芽の好適温度は、25°C から 30°C という限られた範囲内にあると思われる。15°C 区、20°C 区および 35°C 区の発芽は、‘No. 3325’ と同様に劣るが、これは ‘No. 3325’ より顕著であった。この結果から、‘No. 3310’ は供試品種の中で最も狭い発芽の好適温度範囲をもつものと思われる。15°C 区および 20°C 区で変温後急激に発芽率が上昇したのは、‘No. 3325’ および ‘タバスコ’ 同様、低温による発芽の抑制が高温 (30°C) により解除されたためと考えられる。*C. pubescens* はアンデス山脈の中腹地帯を起原とし、他の熱帯および亜熱帯地域を起原するものと比べ、低温に遭遇する機会が多い。このために低温に対する生態的適応が発芽特性にみられるものと考えられる。この ‘No. 3310’ の発芽特性は非常に興味深いものである。

本実験において、‘No. 3446’、‘No. 3341’ および ‘No. 3188’ で発芽における変温要求性が認められた。これらすべての品種について変温処理後の D₅₀ では、変温処理前に 15°C および 25°C の一定温度においたものが、30°C および 35°C においたものより短かった。これは 30°C および 35°C の高温に長期間置くことにより、変温に対する感受性が低下したためと考えられるが、さらに詳しい実験を行なう必要がある。‘No. 3446’ では ‘No. 3341’ と ‘No. 3188’ に比べて、変温処理後の発芽開始が 4 日ないし 5 日遅れ、初期発芽率の上昇も緩慢であった。‘No. 3446’ は現在栽培されている *C. annuum* の祖先種とされている var. *minimum* に属している。‘No. 3446’ にみられる発芽様式は、野生種の特性とされる発芽の不均一性、つまり発芽が一斉に行なわれず、時間的に分散されて行なわれることによるものと思われる。‘No. 3341’ は半栽培種、‘No. 3188’ は野生種であり、ともに ‘No. 3446’ 同様発芽に強い変温要求性を示し、本実験の範囲内ではトウガラシ属においても野生種の発芽には変温を要求する傾向が認められた。しかし、‘No. 3188’ では、未発表であるが、採種後 2 年以上貯蔵した種子を用いると、一定温度でもある程度発芽し、さらに変温処理を行なうことによって一層発芽率が上昇したことを認めている。一方、‘No. 3446’ では種子の貯蔵期間が 2 年に及んでも、一定温度では発芽せず発芽に対する変温要求性は存在していた。種子の貯蔵期間と発芽の変

温要求性の関係については、ナスでかなりくわしく調べられている^{11)・12)}。トウガラシについても今後詳細に調べる必要があるものと思われる。

トウガラシにおいて採種後 24°C 乾燥貯蔵で休眠期間が短縮され、6 週間の貯蔵で休眠が打破されたことが報告されている¹³⁾。この報告では、供試18品種のうち17品種が野生種で、 $22.5 \pm 1^\circ\text{C}$ の一定温度で発芽試験を行っており、供試品種のうち1/3の品種が6週間の貯蔵後においても50%の発芽率を示さなかった。これに対し、本実験で用いた野生種 'No. 3446' は採種後2年以上経過しており、また一定温度では発芽しなかったが、変温を与えると発芽率がほぼ100%に達した。このことより、先に述べた RANDLE らの報告¹³⁾にみられるように、一定温度での発芽の抑制、遅延を長期の後熟要求性あるいは後熟期間中における種子の腐敗、活性低下とするには問題がある。特に野生種については発芽時の変温も併せて検討する必要があると思われる。

トウガラシ属における種間の発芽特性をさらに明らかにするため、供試品種数をふやすとともに、変温処理の時期、期間および温度幅についてもさらに明らかにする必要がある。

謝 辞

本実験を遂行するにあたり、貴重なトウガラシ属の種子を御配慮いただきました、京都大学農学部田中正文教授ならびに香川大学農学部広瀬忠彦教授に対し深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 稲川利男・宮瀬 勇(1943)：蔬菜種子の最低，最適，最高発芽温度，農及園，18，763.
- 2) Purselove, J. W., E. G. Brown, C. L. Green and S. R. J. Robbins (1981)："Spices, vol. 1", Longman, London and New York.
- 3) 田中正武 (1975)："栽培植物の起原"，日本放送出版協会，東京.
- 4) Simmonds, N. W. (Ed.) (1976)："Evolution of crop plants", Longman, London and New York.
- 5) 柿崎辰治郎 (1943)：茄子種子の発芽，農及園，18，661-663.
- 6) 岡迫義孝 (1954)：なす種子の発芽温度に関する試験，農林省平塚種苗検査年報，昭和29年，46-47.
- 7) 加藤照孝・林 宏・田辺ヨシ子(1958)：ナス種子の発芽温度，農林省平塚種苗検査室試験成績，昭和33年，1.
- 8) 中山 包 (1966)："農林種子の発芽"，内田老鶴園新社，東京.
- 9) 広瀬忠彦 (1957)：トウガラシの近縁種について，西京大学報，農 9，13-22.
- 10) Yamamoto, N. (1978)："The origin and domestication of *Capsicum* peppers", Thesis, Kyoto Univ.
- 11) 鈴木善弘(1964)：種子の熟度と寿命に関する一考察，生物科学，16，69-73.
- 12) ———，木本氏幹 (1965)：ナス種子の発芽に関する研究，福島大，理報，15，42-57.
- 13) Randle, W. M. and S. Honma (1981)：Dormancy in peppers, *Scientia Hort.*, 14, 19-25.

summary

The present experiment was conducted to study the optimum temperature range and the requirement of alternating temperature for seed germination of 10 cultivars representing 5 species of *Capsicum*.

Japanese cultivars showed high percentages of seed germination at constant temperatures of a wide range from 20°C to 35°C. Cultivars native to Central or

South America showed differing optimum temperatures for seed germination, which was inhibited at temperatures below 20°C.

Seeds of 3 wild species of *Capsicum* did not germinate at constant temperatures, but immediately did when subjected to alternating temperatures.