

## 光反応性牧野草種子の休眠覚醒機構 第2報

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	清水, 矩宏 田島, 公一
巻/号	20巻3号
掲載ページ	p. 144-150
発行年月	1974年10月

## 光反応性牧野草種子の休眠覚醒機構

### 第2報 エゾノギンギシ種子の登熟経過と発芽習性

清水 矩 宏・田 島 公 一

農林省草地試験場 (栃木県西那須野町)

#### はじめに

種子の休眠性は、種子の形成過程からいわゆる後熟過程の終了時まで、一連の流れの中で刻々と変化するものであるが<sup>1,7)</sup>、一般に、前段の完熟までの過程は、休眠の形成確立がはかられる過程、後段の後熟過程は、休眠の覚醒過程と把握することができる。

前報<sup>8)</sup>において、エゾノギンギシ (*Rumex obtusifolius* L.) 種子は、開花後50日以上を経た完熟した時点の種子では、光発芽性を示すとともに、それは18°C~20°Cという限定された温度域でのみ発現するが、休眠の覚醒につれて、その温度域が拡大することが明らかとなった。

しかし、開花後完熟までのエゾノギンギシ種子の登熟過程において、このような温度に依存した光発芽性がいかに確立されてくるかについては、開花後10日ですでに光発芽性が見出せるという報告<sup>9)</sup>以外、まったく不明である。

そこで、本実験では、エゾノギンギシの登熟過程における種子形成状態を、種子の乾物重、含水率、および除花被部分の種子全体に占める割合の面から経時的に調査するとともに、各時点の種子の発芽に対する温度と光の効果を検討した。

#### 実験材料および方法

草地試験場(栃木県西那須野町)構内に自生している多年生個体の開花日を分けつ茎あるいは分けつ茎上で花序を形成している各分枝単位に調査し、開花後所定日毎にそれらの種子を採取し、供試材料とした。なお、開花日は、分けつ茎あるいは分枝で最初に開花が見られた日とした。個々の実験は下記の通りである。

**実験 1.** 1973年5月28日に開花した分けつ茎より、開花後5日毎に種子を採取し、各時点での種子の乾物重、含水率および除花被部分の割合を測定するとともに、光と温度に対する発芽反応を検討した。個々の項目

についての方法は、次の通りである。

**乾物重:** 採取直後に新鮮重を測定した後、135°C/2 hr 条件で熱風乾燥し重量測定。単位は mg/100 粒で表示。

**含水率:** (新鮮重-乾物重)/(新鮮重)×100(%)

**除花被部分の割合:** 除花被種子乾物重/有花被種子乾物重×100(%)

**発芽反応:** 採取後10日間室内風乾した種子を18°C、23°C および28°Cの光(10 W 白色蛍光灯連続照射)および暗黒条件下に18日間置床し、発芽率を調査。この発芽試験は、9 cm 湿潤ろ紙上で実施。試験は各区50粒宛3回反復。

**実験 2.** 同一個体上で5月16日、5月21日および5月26日に開花した分けつ茎より、6月5日から10日毎にそれぞれ種子を採取し、実験1と同様の調査をした。

**実験 3.** 5月30日に開花した分けつ茎上の分枝を、第1~3分枝、第4~6分枝および第7分枝以上に3区分し、それぞれの区分別に、開花後10日間かくで種子を採取し、実験1と同様の調査をした。

#### 実験結果および考察

1. エゾノギンギシ種子の形成経過と発芽習性の変化  
当試験場構内で自生しているエゾノギンギシ多年生株の開花は、5月中旬より6月末まで見られ個体あるいは同じ個体上でも分けつ茎による変異は大きかったが、その中で最も平均的な5月28日に開花した分けつ茎より採取した種子の種子形成の経過を示したのが図1である。

まず、種子の乾物重は開花後急激に増大し、10日目ですでに完熟時の約50%に達し、25日目ではほぼ最大になり、以後平衡状態となった。

含水率は、開花後5日目では79%であったが、以後、30~35日目の約50%までは徐々に低下し、35日以後急

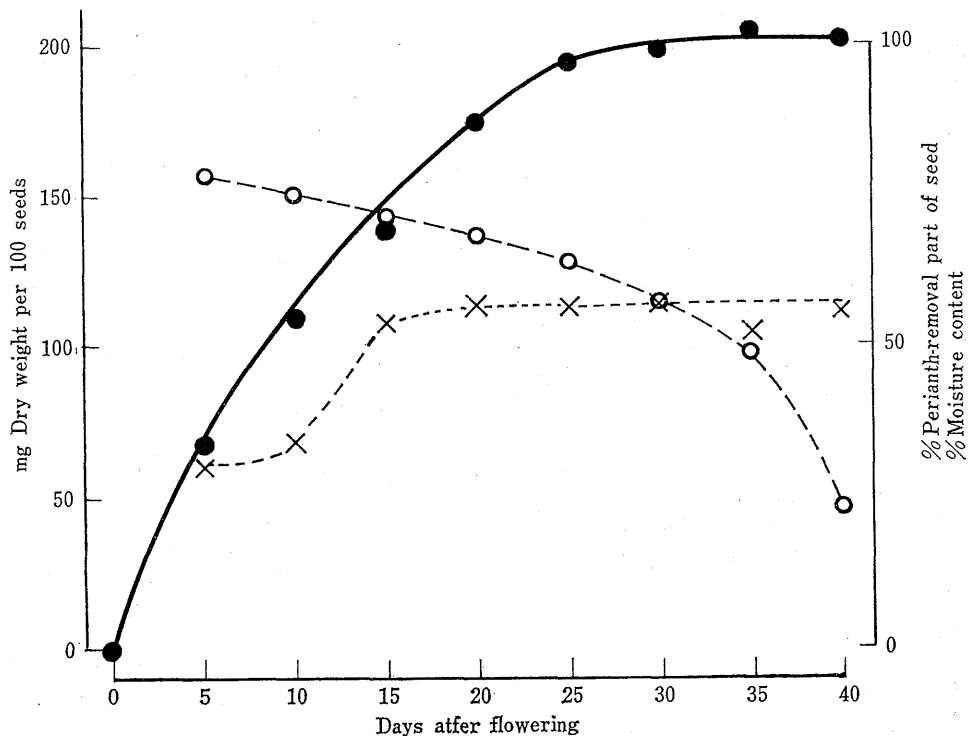


Fig. 1. Typical changes in mg dry weight per 100 seeds, % perianth-removal part of seed and % moisture content during seed development of *Rumex obtusifolius* L.

Note) ●—●=dry weight  
 ○—○=% moisture content  
 ×.....×=% perianth-removal part of seed  
 (Dry weight of perianth-removal part/Dry weight of intact seed×100(%))

激に減少した。この急激な含水率の低下と種子の花被片の茶褐色化とが一致した。

さらに、エゾノギンギシ種子のいわば充実度を見るめやすとして、除花被部分(種子の主体である nut の部分)の種子全体に占める割合をみた。開花後5~10日までの間は、この割合が30%台であったが、10日以後15日目までの間で急激にその割合を増し50%台になった。そして、それ以後はこの50%台を維持した。

次に、開花後種子形成過程の各時点での、光と温度に対する発芽反応をみたのが図2である。同図より、光条件下においては、18°Cの発芽温度下の発芽は、開花後15日目で約10%程度みられ、20日目で60%、25日目で85%に達し、以後は、90%以上の発芽率が一定して認められた。一方、23°C下での発芽は、18°Cの場合と同様、15日から25日目にかけて発芽率の増大をみたが、それ以後40日目にかけて、徐々に低下し、40日目では16%となった。

また、暗黒条件下では、この登熟過程のいずれの時期においてもまったく発芽は見られず、エゾノギンギシ種

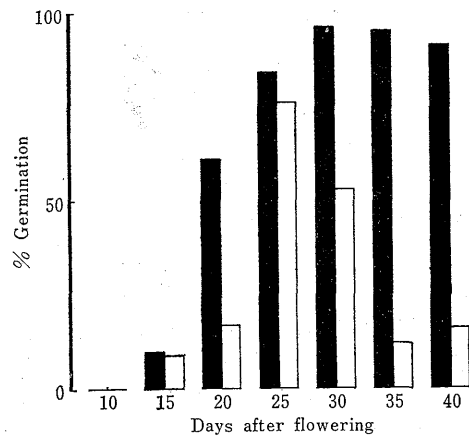


Fig. 2. Effect of the stage of seed development at harvesting on the germination capacity under continuous light condition at 18°C and 23°C of *Rumex obtusifolius* L. seeds.

Notes) 1. ■=% germination at 18°C  
 □=% germination at 23°C  
 2. No germinating occurred under continuous dark condition in any stage of seed development.

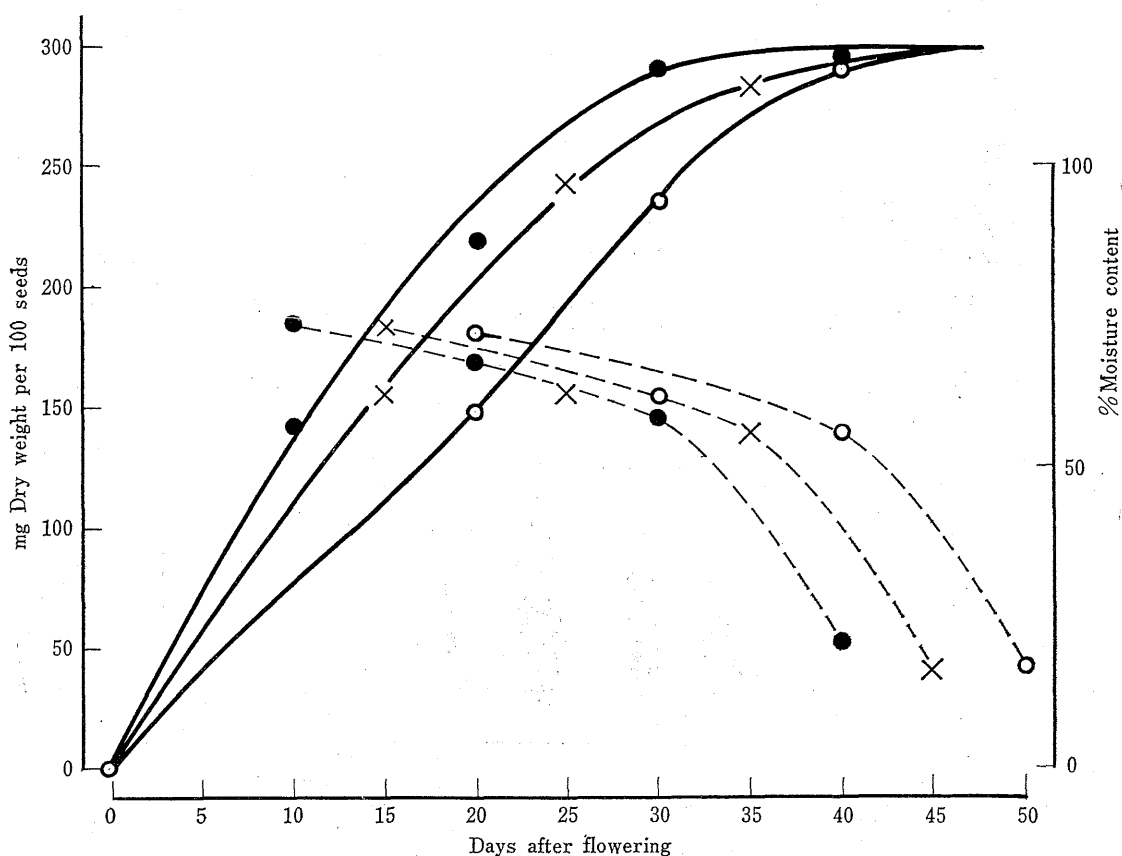


Fig. 3. Changes in mg dry weight per 100 seeds and % moisture content during seed development after flowering at different times.

Note) Flowering time      Dry weight      % Moisture content  
 May 16, '73              ○—○              ○—○  
 May 21, '73              ×—×              ×—×  
 May 26, '73              ●—●              ●—●

子の発芽における光反応機構は種子の形成当初から確立していることが明らかとなった。

以上の結果より、エゾノギシギシの種子形成過程を種子の発芽習性を中心として整理すると次の3期に区分しうる。まず、第1期は開花後10~15日までの期間で、この期間の種子は、除花被部分の種子に占める割合が、完熟種子のその約60%程度にすぎず、まだ種子としての形態も確立していない状態にあり、発芽力も全く見られない。しかし、乾物重の急激な増加にみられるように、種子の成長が盛んに行なわれている時期でもある。

第2期は15日目から25~30日目までの期間で、この時期に、種子は形態的にも、また乾物重量の面からみてもほぼ確立する。同時に、種子の発芽力も18°Cおよび23°Cの両温度条件下でみられ、発芽率は、15日目の約10%から25日目の約80%まで急激に増大する時期であ

る。しかしこの時期では種子の含水率はまだ50%以上もあり、外見上はまだ未熟な様相を呈する。

第3期は30日から40日目にかけての期間で、この時期に種子の含水率は急激に低下し、外見的にも完熟種子に見られる茶褐色の花被片となる。そして18°Cの発芽は、ほぼ90%以上の発芽率を維持するが、より高温の23°C下の発芽は顕著に低下し40日目では、16%にすぎなくなる。すなわち、第2期では光発芽の可能温度域が比較的ひろいのに対し、この第3期ではその温度域の縮小がみられる。

以上のごとく、種子の形成過程を、3期に区分しうることは、寒地型牧草のイタリアンおよびペレニアルライグラスでも認められている<sup>4)</sup>。また、一般に、寒地型植物種子の休眠過程を発芽時の温度要求度の面から見ると、受精後数日で相当広い温度域で発芽するようになるが、

エイジの進行に伴ってその発芽可能温度域はある一定の低温に収れんし、さらに後熟が進むとまた拡大するというパターンが見られるといわれている<sup>7)</sup>。エゾノギシギシの休眠過程での光発芽の温度要求性も、上記の種子形成過程の発芽習性の変動および第1報で示した休眠覚醒過程でのそれを一連の流れとしてみると、この寒地型植物の一般性を具備しているものとみなすことができる。

## 2. 開花日の違いによる種子形成経過の差異

エゾノギシギシの開花日は同一個体上でも分けつ茎によって異なる。そこで同一個体上にありながら開花日を異にする分けつ茎別にそれぞれの開花後の種子形成経過を見たのが図3である。同図より明らかなように、5月26日に開花した分けつ茎の種子形成経過は、上記1.と同じく、乾物重が開花後急激に増大し30日目でほぼ最大

となり、含水率も30日目から40日目にかけて顕著に低下するパターンが見られた。これに対して、より早く開花した5月21日および5月16日に開花した分けつ茎の種子形成経過を見ると、開花日が早くなるにしたがって、乾物重の増加も含水率の低下時期も5月26日のそれに比較して遅延することが認められた。この遅延の程度は大体開花日の差とほぼ同じく、5月16日開花のものは、5月26日開花のものに比べて、乾物重の増加程度も、含水率の低下する時期も開花後の日数でみると約10日の遅れが見られた。

このことは、同一個体上の分けつ茎では、開花日の差異はあっても登熟過程での種子形成の速度が開花日の遅速に逆比例して、最終的には、同一時期に登熟が完了することを示すものである。なお、5月16日開花分けつ茎

Table 1. Effect of the stage of seed development at harvesting on the germination capacity during seed development after flowering at different times

Harvest time	Germination temperature	Flowering time and light condition					
		'73. 5/16		'73. 5/21		'73. 5/26	
		Dark	Light	Dark	Light	Dark	Light
'73. 6/5	18°C	0	0	0	0	0	0
	23°C	0	0	0	0	0	0
	28°C	0	0	0	0	0	0
'73. 6/15	18°C	0	78.7	0	69.3	0	36.7
	23°C	0	56.7	0	58.7	0	21.3
	28°C	0	0	0	0.7	0	0
'73. 6/25	18°C	0	83.3	0	80.0	0	58.7
	23°C	0	52.7	0	53.3	0	62.7
	28°C	0	0	0	0.7	0	0
'73. 7/5	18°C	0	92.0	0	90.0	0	84.7
	23°C	0	44.7	0	3.3	0	8.0
	28°C	0	0	0	0	0	0

Note: Each number represents % germination

Table 2. Changes in mg<sup>1</sup> dry weight per 100 seeds and % moisture content during development of the seeds in different branches within the same panicle.

Days after flowering	1st-3rd branch		4th-6th branch		7th-top branch	
	D. W.	M. C.	D. W.	M. C.	D. W.	M. C.
10	92.2	72.8	83.3	72.8	75.4	72.8
20	169.3	70.3	147.0	70.3	118.3	70.3
30	215.0	62.2	219.0	58.8	194.3	69.4
40	216.0	43.4	212.3	36.2	199.0	37.4

Note: D. W. = mg dry weight/100 seeds.  
M. C. = % moisture content of seed.

Table 3. Effect of the stage of seed development at harvesting on the germinating capacity of the seeds harvested from different braches within the same panicle

Days after flowering	Parts of branches	Germination condition					
		18°C		23°C		28°C	
		Dark	Light	Dark	Light	Dark	Light
10	I	0	0	0	0	0	0
	II	0	0	0	0	0	0
	III	0	0	0	0	0	0
20	I	0	51.3	0	29.3	0	6.7
	II	0	56.0	0	53.3	0	6.7
	III	0	54.0	0	36.0	0	11.3
30	I	0	96.7	0	94.0	0	0
	II	0	90.0	0	90.0	0	0
	III	0	94.7	0	93.3	0	0
40	I	0	90.7	0	70.7	0	0
	II	0	94.7	0	80.0	0	0
	III	0	94.0	0	70.0	0	0

Notes: 1) Part of branches: I=1st to 3rd branch  
II=4th to 6th branch  
III=7th to top branch

2) Each number represents % germination.

の、開花後10~15日間の温度条件は、日平均気温が11°C~15°Cであったのに対し、5月26日のそれは15°C~19°Cとはるかに高かったことより、日高の報告<sup>3)</sup>にみられる高温条件が、エゾノギシギシの登熟をはやめるということをあわせ考えると、この種子形成の速度の遅延は、開花後の温度条件によって規制されるものと推定される。

次に、発芽反応の変動を示した第1表を見ると、光発芽温度域の点についての傾向は全く上記1.の場合と同様であった。しかし、5月26日開花分けつ茎の種子は開花後20日目で18°Cおよび23°C下でかなりの発芽率を示すのに対して、5月16日のそれは、20日目でも全く発芽が見られなかった。また、23°C下の発芽は、5月26日開花分けつ茎の種子では40日目ですでに8.0%まで低下しているのに対し、5月16日のそれは、50日目にしてまだ44.7%の発芽率が見られた。このように早くから開花するも種子形成の遅延する5月16日開花分けつ茎の種子は、発芽能力の確保も、発芽可能温度域の縮小も遅く開花する5月26日のそれに比較して大きく遅れることが明らかとなった。これらのことは、登熟過程の温度条件が種子の形成速度に影響を与えるとともに、種子の発芽習性にも大きく作用することを示している。この点については、休眠機構の確立の機作を解明する上でも重要なカギとなると考えられ、今後検討する必要がある。

### 3. 分枝別の種子形成経過の差異

エゾノギシギシ分枝内での開花の順序は、最初は中央部の分枝において、そして逐次下部および上部の分枝で見られ、最後の最上部の分枝にいたるまでには、1週間程度の幅があるとされている<sup>2)</sup>。そこで、5月28日に開花した分けつ茎上の分枝を、第1~3分枝、第4~6分枝および第7分枝以上の3つに区分し、それぞれの区の種子の形成経過を見た。結果は第2表に示す通りである。乾物重の増加程度をみると、第7分枝以上の区の種子で、中央部の分枝が開花した後10~20日目までの間には他の区に比較して若干低かったが、その他の時点では、分枝区分による差は認められなかった。また、分枝区分別の発芽習性の変動を示した第3表をみると明らかのように、発芽習性の点では各分枝区による差異は全く見られなかった。これらのことより、遅く開花した上部の分枝の種子は比較的すみやかに登熟が進み、同一分株上の分枝による開花日の差異は、種子形成にほとんど影響をおよぼさないことが明らかとなった。

ただ、上記1.および2.とは異なり、28°C下でも開花後20日目で6~11%の発芽が見られたこと、23°C下での発芽が40日目で若干低下してくる程度で上記1.および2.の場合と比較してはるかに高い発芽率を示したことなどは、傾向としては上記1.および2.の場合と同様であるとはいえ、高温部での発芽可能温度域は、採取個体によって若干の変異があるものと推定される。なお、

完熟種子の乾物重においても、本実験の1., 2. および3.の結果を比較すると明らかなように大きな変異があることが認められる。これらの点については、今後さらに詳細に検討する必要があるものと考えられる。

### 摘 要

エゾノギシギシ (*Rumex obtusifolius* L.) の登熟過程の種子形成状態および休眠性の変動を追究するため、開花後経時的に、種子の乾物重、含水率および除花被部分 (nut) の種子全体に占める割合の推移を調査するとともに、各時点の種子の発芽に対する温度と光の効果を検討した。結果は次の通りである。

1) エゾノギシギシ種子は、発芽能力を確保する時点から、暗黒下では一切発芽せず、光反応性の発芽機構を保有していることが明らかとなった。

2) エゾノギシギシの種子形成の過程を種子の発芽習性を中心として整理すると次の3期に区分しうる。

第1期：開花後10~15日目までの期間で、乾物重の急激な増加が見られるが、種子としては未完成で発芽能力は有しない。

第2期：開花後15日目から25~30日目までの期間で、種子は乾物重の面からも形態的な点でもほぼ完成する。同時に、発芽も18°C および23°Cの両温度条件下でみられる。しかし含水率はまだ50%以上もあり、外見上は未熟な様相を呈する。

第3期：開花後30日から40日目にかけての期間で、

含水率の急激な低下に伴い、外見的にも完熟種子に見られる茶褐色の花被片となる。そして、第2期と異なり23°C下での発芽のみ顕著に低下し、光発芽可能温度域の縮少が見られる。

3) 同一個体上で開花日を異にする分けつ茎別の種子形成状態は、開花後の日数で見ると、遅く開花した種子が早く開花したものよりも、すみやかに乾物重の増加あるいは、含水率の低下がみられた。同時に発芽能力の確保も、遅く開花した種子で開花後比較的早い時期にみられたが、早く開花した種子は、発芽能力の確保も遅れかつ光発芽可能温度域の縮少時期も遅くなった。

4) 開花日が分枝の中でも1週間程度の開きがあるにかかわらず、同一分けつ茎上の分枝を3区分して検討した結果、その区分別の種子形成状態には、大きな差異は認められなかった。

### 引用文献

- 1) AMEN, R. D.: *Bot. Rev.*, **34**, 1~29 (1968)
- 2) 日高雅子: 日草誌, **19**, 171~174 (1973)
- 3) 日高雅子: 日草誌, **20**, 79~81 (1974)
- 4) HYDE, E. O. C., ALLISON McLEAVEY, M. and HARRIS, G. S.: *N. Z. Journ. Agri. Res.*, **2**, 947~952 (1959)
- 5) 栗本省二・木村陽登・滝広徳男・大竹茂登: 広島県農政部研究だより, **10**, 38~44 (1972)
- 6) 清水矩宏・田島公一: 日草誌, **20**, 138~143 (1974)
- 7) VEGIS, A.: *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **15**, 185~224 (1957)

(昭49年3月19日受理)

## Dormancy Breaking of the Light-Sensitive Seeds in Temperate Forage Crops

### II Seed development of *Rumex obtusifolius* L. and change in germination capacity during its development

Norihiro SHIMIZU and Koichi TAJIMA

National Grassland Research Institute (Nishi-Nasuno, Tochigi-ken)

### Summary

Previously, we reported that the seeds of *Rumex obtusifolius* L. gradually became able to germinate under continuous light condition at increasingly higher temperatures above 18-20°C during the after ripening following harvest of the mature seeds.

However, little information has been obtained about the above-mentioned change in germination capacity during the seed development, except that the viability of the seeds was acquired about tenth day from flowering.

The present investigation was undertaken to make clear the changes in dry weight, % moisture content and others during seed development of *Rumex obtusifolius* L., and to evaluate the effect of stage of development at harvesting on the germination capacity under light condition at various temperatures.

The results obtained were as follows;

1) No germination occurred under continuous dark condition regardless of temperature in any stage of seed development at harvesting.

2) In the development of the seeds, three developmental phases could be recognized as follows;

The first phase lasted for about 15 days after flowering. During this period, dry weight increased rapidly, reaching 50% of the weight of the mature seed at the end of the phase, and moisture content remained constant in the range above 70%. The seeds harvested during this stage were not viable. The second phase lasted for 15 to 30 days. During this period, dry weight continued to increase, reaching a maximum at the end of the phase, when moisture content was yet above 50%. The seeds harvested 15 days after flowering gave 10% germination under the light condition at 18°C and 23°C, and the germination percentage at both temperatures rapidly increased with the seed development, and then full germination capacity was reached by the thirtieth day.

The third phase lasted for 30 to 40 days. During this period, a drop in % germination at 23°C occurred, indicating the narrowing of the temperature range permissible for light-dependent germination. While dry weight remained approximately constant, moisture content fell rapidly from about 50% to equilibrium (10-15%), so that the color in the perianth changed from green to brown.

3) Difference in the time of flowering among the panicles in the same plant was observed.

The dry weight of the seeds in the late-flowering panicle compared with the early-flowering one rapidly increased during the seed development.

In the same manner, moisture content of the seeds in the late-flowering panicle began to fall at earlier time than that of the seeds in the early-flowering one. The acquirement of seed viability and the narrowing of the temperature range for germination of the seeds in early-flowering panicle largely delayed in comparison with the late-flowering one.

4) Difference in dry weight, % moisture content and germination capacity changes during development among the seeds in different branches within the same principle was scarcely observed, though the time of flowering varied among the branches within the same principle.

(J. Japan. Grassl. Sci., 20(3), 144~150, 1974)