

## ヤマユリ種子の発芽促進に関する研究

高 樹 英 明・原 靖 英

(山形大学農学部農業生産学講座)  
(平成5年9月1日受理)

Studies on Promotion of Seed Germination in *Lilium auratum* Lindl.

Hideaki TAKAGI and Yasuhide HARA

Section of Agricultural Production, Faculty of Agriculture,  
Yamagata University, Tsuruoka 997, Japan  
(Received September 1, 1993)

### Summary

The present study was made to clarify the temperature conditions minimizing the number of days from seeding to foliage-leaf emergence of *Lilium auratum* Lindl. When the seeds were incubated at 29°C for 6 weeks after seeding, seed dormancy was effectively broken, and hypogeal germination of the seeds occurred more rapidly after the seeds were transferred to the temperature condition of 21°C. When the seeds were cultured at 21°C for 8 weeks after the high temperature incubation, leaf emergence after chilling was more promoted. The optimum temperature and duration of chilling necessary to remove epicotyl dormancy were 5°C and 10 weeks. The optimum temperature of leaf emergence was about 20°C, and leaf emergence was strongly inhibited at 25°C or more. Seed-coat removal treatment before high temperature incubation promoted hypogeal germination.

### 緒 言

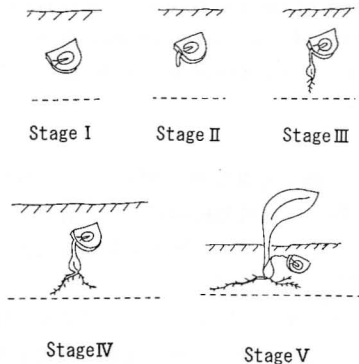
日本原産のヤマユリは観賞価値の最も高いユリの1つとされているが、ウイルス病に罹病しやすい欠点があり、ウイルスフリー球根使用による株の更新がしばしば必要になる。ウイルスフリー球根を得る方法には、実生栽培法と茎頂培養法とがあるが、実生栽培法は茎頂培養法のように特殊な設備、技術を必要とせず、また大量増殖も可能であり、組織培養技術の発達、普及した現在でも有効な方法である。しかし、ヤマユリの種子は播種から地上に芽を出すまでに2年を要するという欠点がある。すなわち、秋に結実した種子を採り播きしても、深い種子休眠のため発芽は翌秋となり、しかもその年の発芽は地下にとどまる(地下発芽)。地下発芽では発芽抽出した子葉の基部は肥大成長するが(小球を形成)、あまり伸長せず、小球内部にある頂芽も休眠のためほとんど伸長しない。播種翌々春になって頂芽が伸長し、地上に本葉を1枚展開する。このような播種から出葉までの長い期間を短縮する方法に関する研究はこれまでに少なからず行

われており、地下発芽促進に関しては高温経過が<sup>1,8)</sup>、出葉促進に関しては低温経過が<sup>1-3,5,8)</sup>有効であると報告されている。また、種子の地下発芽適温は20°C前後であることが報告されている<sup>2,6)</sup>。以上の研究によってヤマユリ種子の地下発芽・出葉と温度との関係の概要は明らかになってきたが、種子の地下発芽・出葉を促進する最適温度条件についてはまだ不明な点があり、また研究者によって高温処理や低温処理の最適温度、最適処理期間などが異なる。そこで著者らはヤマユリの播種から出葉までの日数を最短にする実用的な処理方法の確立を目的として、これまでのヤマユリの種子発芽に関する報告より広い範囲の温度条件、処理期間、処理時期を設定して、ヤマユリ種子の地下発芽・出葉に及ぼす温度条件と化学薬剤処理の影響について検討してきたが、若干の新知見が得られたので、その概要を報告する。なお、歌田・鈴木<sup>8)</sup>はヤマユリの変種サクユリの種子発芽過程を次の5段階に分けており、本報告でもこれにしたがって、実験検討した: stage I, 地下発芽誘導期(高温感応期); stage II, 地下発芽期; stage III, 小球形成期; stage

IV, 低温感応期; stage V, 展葉期（本葉の地上への出葉期）。

### 材料および方法

1990年11月3日に山形大学農学部圃場で採種した種子のうち、“しいな”やとくに小さい種子を除いた、50種子ずつを蒸留水で湿めさせた口紙を敷いた9cmのペトリ皿の底にまき、暗黒条件下で、温度処理を行った。実験は2反復で行った。温度処理は歌田・鈴木<sup>8)</sup>の示した種子発芽段階別に行ったが、各発芽段階の種子の発芽形態の概略図を第1図に示した。地下発芽種子数と地上への本葉出葉個体数を4日間隔で調査した。地下発芽種子の調査ではペトリ皿中での発芽種子を調査した。本葉の出葉を調査する実験では、ペトリ皿中で地下発芽した種子をパーミキュライトを培土として小トレーに順次植付け、ある期間培養後低温処理を行ない、その後温暖な明条件に移して出葉を調査した。温暖条件としては、当研究室で常設している4℃間隔の一連の恒温条件（5, …, 17, 21, 25, 29℃, …）のうち、21℃条件を用いた。



第1図 ヤマユリ種子の発芽過程

Stage I : 高温感応期. Stage II : 地下発芽期.  
Stage III : 小球形成期. Stage IV : 低温感応期.  
Stage V : 出葉期.

### 実験1 種子の地下発芽に及ぼす高温感応期の処理温度の影響

種子をペトリ皿の湿口紙上に置床後直ちに25, 29, 33, 37, 41, 45℃の温度で1および2週間処理し、その後21℃に移して地下発芽を140日間調査した。無処理対照区は高温処理を行わずに最初から種子を21℃に置いた。なお、発芽状況は以下の数値で示した：発芽率(%)=(21℃に移してから140日後(調査終了時)までに発芽した種子数) / (供試種子数) × 100; 平均発芽所要日数=調査終了時

までに発芽した種子の、発芽に要した平均日数(21℃に移してからの日数)。“発芽ピーク”は発芽調査期間中、地下発芽が比較的集中して起った期間を示し、以下に定義する期間とした。すなわち、調査開始日から終了日までの、連続5回の調査日(連続20日間)の全ての組合わせを対象として、各期間(連続20日間)に地下発芽した種子数を比較し、その数が最大を示した期間を“発芽ピーク”とした。“発芽ピーク”は連続20日間の最初の日と最後の日で示したが、その期間中に発芽した種子の率(供試種子数に対する%)も合せて示した。

### 実験2 種子の地下発芽に及ぼす高温感応期の変温処理の影響

処理温度は高温一中温の昼夜変温とし、盛夏の変温条件に近い33℃(16時間)−21℃(8時間)と、較差をより大きくした37℃(16時間)−21℃(8時間)とを設定し、1, 2週間変温処理後21℃に移して地下発芽を調査した。対照区として37, 33℃の恒温処理区を設定した。

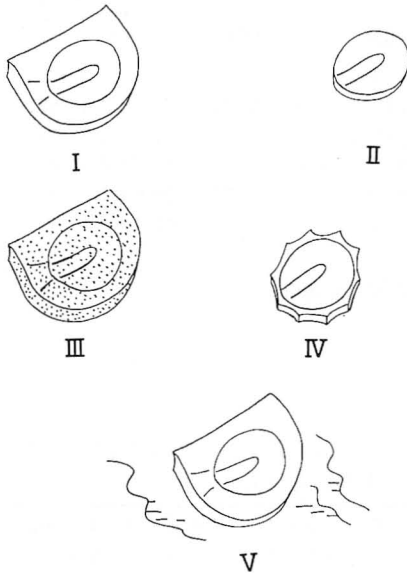
### 実験3aおよび3b 種子の地下発芽に及ぼす高温感応期の処理期間の影響

高温感応期に29℃で1~10週間の高温処理を行ったが、高温条件では低めの29℃を処理温度としたのは、高め的高温では処理期間が長くなるにしたがって、高温障害、腐敗発生の危険の増大が考えられたからである。実験は2回に分けて行い、29℃処理期間を1, 2, 4, 6, 8週間にした実験3aと、6, 8, 10週間にした実験3bを行った。いずれも高温処理後21℃に移して地下発芽を調査した。なお、実験3aの1, 2週間処理区は実験1の29℃1, 2週間処理区と共通にした。

### 実験4 高温処理前の種皮除去処理が地下発芽に及ぼす影響

種皮に地下発芽抑制物質の存在が予想されたので<sup>9)</sup>、これを除去することを目的として、種子に対して以下の処理を行なった。種皮全除去処理：種皮を剥皮しやすくするため、種子を0.6%塩酸に1時間浸漬後よく水洗し、次いで液温30~40℃の0.5%NaOH水溶液に20分間浸漬後流水中で16時間水洗した；この処理で柔らかくなった種皮を指で完全に擦り取った。種皮除去のための薬剤処理のみ：前記処理の種皮を擦り取る処置を行わずに種子を置床した。種皮の翼部分のみの剥皮処理：薬剤処理を行わず、16時間水洗した種子の種皮の翼部分を指でちぎり取った(第2図)；なお、水洗のみでは種皮は柔らかくならなかった。種子の水洗処理：16時間水洗処理のみを行った。これら種皮除去処理ないし種子水洗処理後に

種子をペトリ皿に置床し、29℃で4あるいは6週間処理した後に21℃に移して地下発芽を調査した。



第2図 種皮除去処理 (実験4)

I：無処理の種子。II：種皮全除去。III：種皮除去の薬剤前処理のみ。IV：皮の翼部分（種皮の周辺部）のみ切除。V：種子の水洗処理。

#### 実験5 高温処理前の化学薬剤処理が地下発芽に及ぼす影響

種皮に発芽抑制物質の存在することを仮定して、これを溶出することを目的とした有機溶剤処理、この発芽抑制物質を酸化することを目的としたさらし粉液処理、および一般的な発芽促進剤の1つであるチオ尿素処理などを行って、これらの処理の地下発芽に及ぼす影響を検討した。薬剤処理は以下の方法で行った。エタノール：種子を95%エタノールに浸し、振とう器で10分間、毎分120回振とうした。アセトン：種子を95%アセトンに浸し、10分間前記と同様に振とうした。さらし粉：種子を95%エタノールに数秒間浸した後5%さらし粉水溶液に浸し、15分間前記と同様に振とうした。チオ尿素：種子を0.2、0.6%水溶液に浸し、10分間前記と同様に振とうした。水：種子を水に浸し、10分および1時間前記と同様に振とうした。これらの薬剤処理後、29℃、6週間の高温処理を行い、21℃で地下発芽を調査した。

#### 実験6 低温処理後の出葉に及ぼす高温感応期の処理期間と地下発芽・小球形成期間の影響

各区100種子を供試し、高温処理は29℃で6、8、10週間行った。高温処理終了後21℃に移して地下発芽させ、発芽した種子を順次、パーミキュライトを培土として小トレーに植付け、21℃処理を続け、小球形成過程を進行させた。高温処理終了時から6、8および10週間経過後に未発芽種子も小トレーに植付け、小トレーを5℃に保った低温器に移して暗黒条件下で10週間の低温処理を行った。低温処理後21℃の人工気象室（12時間照明/日）に移し、10週間後まで出葉を調査したが、出葉の調査項目は地下発芽の場合に準じた：出葉所要日数＝調査終了時までに出葉した個体の平均日数（低温処理後の日数）；“出葉ピーク”の表記は“発芽ピーク”に準じた。

#### 実験7 出葉に及ぼす低温処理期間の影響

高温感応期の高温処理は29℃で6週間行い、その後21℃に移して地下発芽させた。地下発芽種子を（平均発芽所要日数は43日）、小トレーに植付け後さらに15～30日間21℃において小球形成過程を進め（高温処理後低温処理開始時までには21℃においた期間は通算8～10週間）、その後5℃で6、8、10および12週間の低温処理を行った。低温処理後21℃の人工気象器に移して出葉を調査した。各低温処理区を2反復で実験し、1反復につき地下発芽種子15個を供試した（30発芽種子/区）。

#### 実験8 出葉に及ぼす低温処理後の温度の影響

低温処理までは実験7と同様にして育成した発芽種子を（ただし、5℃処理は6および8週間処理のみ）、21、25および29℃の人工気象器に移して出葉を調査した（30発芽種子/区）。

## 結 果

#### 地下発芽に及ぼす高温感応期の処理温度の影響 (実験1, 2)

45℃処理では種子がほとんど全て腐敗したが、41℃以下29℃以上の温度では処理温度が高いほど地下発芽（以下、“地下発芽”を単に“発芽”と称する）の早くなる傾向が認められた（第1表）。41℃は処理期間が1週間では37℃以下の温度より著しく発芽を早めたが、処理期間が2週間になるとほとんどの種子が腐敗した。実験1の37℃～29℃の2週間処理区の間には発芽の早さに大差は認められなかったが（第1表）、実験2では37℃2週間処理は33℃2週間処理より発芽が著しく早くなった（第2表）。25℃1、2週間処理と29℃1週間処理は実験開始時から発芽までの日数が無処理（当初から21℃）より多くなり、これは種子が25、29℃に置かれた場合は、

第1表 種子の地下発芽に及ぼす高温感応期の処理温度の影響（実験1）

| 処理温度\処理期間 | 発芽率% <sup>z</sup> |     | 発芽所要日数 <sup>y</sup> |          | 発芽ピーク(%) <sup>x</sup> |            | 実験開始時からの発芽所要日数 |          |
|-----------|-------------------|-----|---------------------|----------|-----------------------|------------|----------------|----------|
|           | 1週間               | 2週間 | 1週間                 | 2週間      | 1週間                   | 2週間        | 1週間            | 2週間      |
| 無処理       | 66                |     | 90.6±2.3            |          | 84—104(26)            |            | 90.6±2.3       |          |
| 25℃       | 65                | 79  | 90.5±3.1            | 83.0±3.0 | 84—104(20)            | 88—108(28) | 97.5±3.1       | 97.0±3.0 |
| 29℃       | 67                | 78  | 87.1±3.2            | 70.7±3.0 | 84—104(22)            | 52—72(23)  | 94.1±3.2       | 84.7±3.0 |
| 33℃       | 77                | 73  | 77.7±3.1            | 73.1±3.3 | 60—80(25)             | 56—76(21)  | 84.7±3.1       | 87.1±3.3 |
| 37℃       | 82                | 79  | 72.6±2.7            | 68.6±3.1 | 60—80(35)             | 52—72(22)  | 79.6±2.7       | 82.6±3.1 |
| 41℃       | 69                | 0   | 54.4±2.8            | ...      | 20—40(28)             | ...        | 61.4±2.8       | ...      |
| 45℃       | 0                 | 0   | ...                 | ...      | ...                   | ...        | ...            | ...      |

種子は高温処理後21℃に移して地下発芽を調査した。以下の注は他の表にも適用。

<sup>z</sup>21℃移行後140日目の地下発芽率。

<sup>y</sup>140日目までに発芽した種子の（21℃移行後の）平均発芽所要日数（±SE）。

<sup>x</sup>“材料および方法”の項を参照。

21℃に置かれた場合より発芽の抑制されることを示している。しかし、29℃2週間処理では実験開始時から発芽までの日数は無処理より短縮された。これは29℃2週間処理では高温処理期間中には発芽は抑制されたが、その後の21℃での発芽が著しく早かったからである。以上のことから、高温感応期の29～37℃の温度処理はその後の21℃での発芽を著しく促進し、実験開始時から発芽までの日数を短縮する結果をもたらすことが認められた。なお、変温処理の効果はとくに認められなかった（第2表）

第2表 種子の地下発芽に及ぼす高温感応期の変温処理の影響（実験2）

| 処理温度   | 処理期間 | 発芽率% | 発芽所要日数    | 発芽ピーク(%)    |
|--------|------|------|-----------|-------------|
| 無処理    | —    | 78   | 110.9±1.9 | 104—124(35) |
| 37℃    | 1週間  | 93   | 82.9±2.9  | 72—92(38)   |
| 37—21℃ | 1週間  | 97   | 90.0±2.1  | 84—104(36)  |
| 37℃    | 2週間  | 90   | 77.4±3.3  | 80—100(36)  |
| 37—21℃ | 2週間  | 95   | 92.3±1.9  | 80—100(46)  |
| 33℃    | 2週間  | 73   | 97.7±3.4  | 68—88(23)   |
| 33—21℃ | 2週間  | 74   | 96.0±3.1  | 100—120(25) |

変温処理後は21℃に移す。

#### 地下発芽に及ぼす高温感応期の処理期間の影響（実験1，3a，3b）

処理期間が1～2週間の場合、29℃～37℃の温度区では処理期間が長くなると発芽が早くなった（第1表）。処理期間が2週間以上の場合、29℃処理のみを行ったが、

第3表 種子の地下発芽に及ぼす高温感応期の処理期間の影響（実験3a）

| 処理期間 | 発芽率% | 発芽所要日数   | 発芽ピーク(%)   | 実験開始時からの発芽所要日数 |
|------|------|----------|------------|----------------|
| 1週間  | 67   | 87.1±3.2 | 84—104(22) | 94.1±3.2       |
| 2週間  | 78   | 70.7±3.0 | 52—72(23)  | 84.7±3.0       |
| 4週間  | 98   | 54.3±3.0 | 24—44(34)  | 82.3±3.0       |
| 6週間  | 97   | 43.3±3.1 | 12—32(54)  | 85.3±3.1       |
| 8週間  | 96   | 36.4±2.9 | 8—28(53)   | 106.4±2.9      |

高温感応期の処理温度は29℃。

第4表 種子の地下発芽に及ぼす高温感応期の処理期間の影響（実験3b）

| 処理期間 | 発芽率% | 発芽所要日数   | 発芽ピーク(%)  | 実験開始時からの発芽所要日数 |
|------|------|----------|-----------|----------------|
| 6週間  | 81   | 32.9±1.1 | 12—32(48) | 74.9±1.1       |
| 8週間  | 81   | 28.9±1.0 | 8—28(54)  | 84.9±1.0       |
| 10週間 | 88   | 23.8±0.9 | 8—28(68)  | 93.8±0.9       |

高温感応期の処理温度は29℃。

10週間までは処理期間が長いほど発芽が早くなった（第3，4表）。なお、2つの実験の29℃の最長処理期間の発芽率はそれぞれ96%（第3表，8週間），88%（第4表，10週間）であり、29℃長期間処理による発芽率の低下は全く認められなかった。

#### 高温処理前の種皮除去処理が地下発芽に及ぼす影響（実験4）

高温処理前に種皮をすべて除去すると発芽が著しく促

第5表 種子の地下発芽に及ぼす高温処理前の種皮除去処理の影響(実験4)

| 種皮除去処理                 | 発芽率<br>% | 発芽<br>所要日数 | 発芽ピーク<br>(%) | 実験開始時からの<br>発芽所要日数 |
|------------------------|----------|------------|--------------|--------------------|
| 高温処理 <sup>z</sup> 4週間区 |          |            |              |                    |
| 無処理                    | 98       | 54.3±3.0   | 24—44(34)    | 82.3±3.0           |
| 全除去 <sup>y</sup>       | 100      | 31.8±2.2   | 8—28(58)     | 59.8±2.2           |
| 翼部分切除                  | 93       | 50.2±3.3   | 16—36(40)    | 78.2±3.3           |
| 水洗のみ                   | 88       | 66.4±3.8   | 48—68(21)    | 94.4±3.8           |
| 高温処理 <sup>z</sup> 6週間区 |          |            |              |                    |
| 無処理                    | 98       | 44.6±4.1   | 12—32(53)    | 86.6±4.1           |
| 全除去 <sup>y</sup>       | 100      | 22.5±2.1   | 8—28(74)     | 64.5±2.1           |
| 薬剤前処理 <sup>x</sup>     | 98       | 49.1±3.6   | 12—32(31)    | 91.1±3.6           |

<sup>z</sup>29℃処理。 <sup>y</sup>種子に対して薬剤前処理を行ってから種皮を完全に擦り取った。

<sup>x</sup>上記と同じ薬剤処理を行ったが、その後の種皮除去の機械的操作を省略した。

進されたが(第5表)、種皮の翼部分のみの切除や、種皮を機械的に除去しやすくなる薬剤の処理のみでは発芽は促進されなかった。また、種子の長時間水洗のみでも発芽は促進されなかった。

高温処理前の化学薬剤処理が地下発芽に及ぼす影響(実験5)

エタノール処理区は発芽の早い傾向が認められたが、他の薬剤処理区は無処理区と差がないか、無処理区より発芽が遅延した(第6表)。

高温感応期の処理期間と地下発芽・小球形成期間が出葉に及ぼす影響(実験6)

低温処理開始時の、すなわち地下発芽・小球形成期間終了時の地下発芽率は、地下発芽・小球形成期間が長いほど有意に高くなり(第7a, 7b表)、また高温処理期

間(高温感応期の処理期間)が長いほど高くなる傾向が見られ、とくに高温処理期間が8週間から10週間になると明白に高くなった。

発芽種子数に対する出葉個体数の率(相対出葉率)は高温処理期間の影響がほとんど見られなかった。ただし、高温10週間処理→中温10週間処理(地下発芽・小球形成期間が10週間)区は例外的に高率になった。一方、地下発芽・小球形成期間が6週間では8週間以上の場合より相対出葉率は明白に低かった。地下発芽・小球形成期間が8週間の区と10週間の区との間には明白な差が見られなかった。絶対出葉率(供試種子数に対する出葉個体数の率)も同様な傾向が見られた。

低温処理後の出葉速度(出葉所要日数)には高温処理期間の影響は認められなかったが、地下発芽・小球形成期間

第6表 種子の地下発芽に及ぼす高温処理前の化学薬剤処理の影響(実験5)

| 薬剤処理                  | 発芽率<br>% | 発芽<br>所要日数 | 発芽ピーク<br>(%) | 実験開始時からの<br>発芽所要日数 |
|-----------------------|----------|------------|--------------|--------------------|
| 無処理                   | 98       | 44.6±4.1   | 12—32(53)    | 86.6±4.1           |
| 95%エタノール <sup>z</sup> | 95       | 37.4±3.9   | 12—32(62)    | 79.4±3.9           |
| 95%アセトン <sup>z</sup>  | 100      | 44.7±3.9   | 12—32(57)    | 86.7±3.9           |
| さらし粉 <sup>y</sup>     | 97       | 46.5±4.0   | 12—32(44)    | 88.5±4.0           |
| 0.2%チオ尿素 <sup>z</sup> | 89       | 53.3±4.6   | 12—32(34)    | 95.3±4.6           |
| 0.6%チオ尿素 <sup>z</sup> | 91       | 59.5±4.1   | 80—100(49)   | 111.5±4.1          |
| 水10分間 <sup>z</sup>    | 91       | 55.9±4.9   | 12—32(33)    | 97.9±4.9           |
| 水1時間 <sup>x</sup>     | 98       | 54.7±4.6   | 12—32(34)    | 96.7±4.6           |

<sup>z</sup>種子を薬剤に浸漬し、振とう器で10分間振とう。

<sup>y</sup>15分間振とう。

<sup>x</sup>1時間振とう。

薬剤処理後置床し、29℃、6週間処理。

第7a表 出葉に及ぼす高温感応期の処理期間と地下発芽・小球形成期間の影響（実験6）

| 高温<br>処理<br>期間 | 地下発芽<br>小球形成<br>期間 | 地下発芽<br>率 <sup>z</sup><br>% | 出葉率 <sup>y</sup>     |                      | 低温処理<br>後の出葉<br>所要日数 | 出葉ピーク<br>(%) | 実験開始時から<br>出葉までの<br>所要日数 |
|----------------|--------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------|--------------------------|
|                |                    |                             | 絶対 <sup>x</sup><br>% | 相対 <sup>w</sup><br>% |                      |              |                          |
| 6週間            | 6週間                | 59                          | 25                   | 42                   | 30.5±2.9             | 12—32(17)    | 184.5±2.9                |
| 6週間            | 8週間                | 68                          | 52                   | 76                   | 23.4±1.7             | 8—28(43)     | 191.4±1.7                |
| 6週間            | 10週間               | 78                          | 46                   | 59                   | 24.0±2.0             | 8—28(34)     | 206.0±2.0                |
| 8週間            | 6週間                | 63                          | 29                   | 46                   | 30.8±3.1             | 8—28(20)     | 198.8±3.1                |
| 8週間            | 8週間                | 72                          | 47                   | 65                   | 22.9±1.6             | 8—28(34)     | 204.9±1.6                |
| 8週間            | 10週間               | 81                          | 47                   | 58                   | 21.2±1.5             | 8—28(43)     | 217.2±1.5                |
| 10週間           | 6週間                | 75                          | 31                   | 41                   | 29.8±2.8             | 8—28(18)     | 211.8±2.8                |
| 10週間           | 8週間                | 75                          | 55                   | 73                   | 21.9±1.3             | 8—28(50)     | 217.9±1.3                |
| 10週間           | 10週間               | 90                          | 80                   | 89                   | 20.9±1.3             | 8—28(70)     | 230.9±1.3                |

種子は高温処理(29℃)後に21℃条件下に移し(地下発芽・小球形成期間),その後低温処理(5℃, 10週間)を行なった後, 21℃条件下に移して出葉を調査した.

<sup>z</sup>低温処理開始時調査; 発芽種子数/供試100種子.

<sup>y</sup>低温処理後10週目に調査.

<sup>x</sup>出葉個体数/供試種子数(100種子).

<sup>w</sup>出葉個体数/発芽種子数.

第7b表 第7a表のデータの二元配置分散分析法による有意差検定

| 要 因                | 地下発芽<br>率(%)    | 絶対出葉<br>率(%)    | 相対出葉<br>率(%)    | 出葉所要<br>日数        |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| 高温処理<br>期間         |                 |                 |                 |                   |
| 6週間                | 68 <sup>a</sup> | 41 <sup>a</sup> | 59 <sup>a</sup> | 26.0 <sup>a</sup> |
| 8週間                | 72 <sup>a</sup> | 41 <sup>a</sup> | 56 <sup>a</sup> | 25.0 <sup>a</sup> |
| 10週間               | 80 <sup>b</sup> | 55 <sup>a</sup> | 68 <sup>a</sup> | 24.2 <sup>a</sup> |
| 有意差                | *               | なし              | なし              | なし                |
| 地下発芽<br>小球形成<br>期間 |                 |                 |                 |                   |
| 6週間                | 66 <sup>a</sup> | 28 <sup>a</sup> | 43 <sup>a</sup> | 30.4 <sup>a</sup> |
| 8週間                | 72 <sup>b</sup> | 51 <sup>b</sup> | 71 <sup>b</sup> | 22.7 <sup>b</sup> |
| 10週間               | 83 <sup>c</sup> | 58 <sup>b</sup> | 69 <sup>b</sup> | 22.0 <sup>b</sup> |
| 有意差                | **              | *               | なし              | **                |

“\*\*”は1%，“\*”は5%レベルで有意差のあることを示す.

数値の右肩付き英字が異なる平均値間には5%以下のレベルで有意差のあることを示す.

が6週間では8, 10週間の場合より明白に遅かった. 地下発芽・小球形成期間が8週間以上では出葉速度の差は認められなかった.

#### 出葉に及ぼす低温処理期間の影響（実験7）

5℃処理期間が8週間以下の区では相対出葉率が33%以下であったが, 10週間以上の区では相対出葉率が80%以上になりまた出葉も8週間以下の区より早くなった(第8表). なお, 5℃の12週間処理区は10週間処理区よ

第8表 出葉に及ぼす低温処理期間の影響（実験7）

| 5℃処理<br>期間 | 相対出葉率<br>% <sup>z</sup> | 低温処理後の<br>出葉所要日数 | 出葉ピーク<br>(%) |
|------------|-------------------------|------------------|--------------|
| 6週間        | 10                      | 42.7±6.7         | 36—55(7)     |
| 8週間        | 33                      | 28.8±2.5         | 16—36(30)    |
| 10週間       | 80                      | 24.2±2.1         | 12—32(63)    |
| 12週間       | 90                      | 21.5±3.4         | 4—24(77)     |

種子は29℃, 6週間処理後21℃下で地下発芽させ, 地下発芽後さらに21℃下に15—30日間おいてから5℃, 6—12週間の低温処理を行ない, その後21℃下で出葉を調査した.

<sup>z</sup>低温処理後10週目に地下発芽種子30個を調査.

第9表 出葉に及ぼす低温処理後の温度の影響（実験8）

| 5℃処理<br>期間 | 低温処理<br>後の温度 | 出葉率<br>% | 低温処理後の<br>出葉所要日数 |
|------------|--------------|----------|------------------|
| 6週間        | 21℃          | 10       | 42.7±6.7         |
| 6週間        | 25℃          | 0        | ...              |
| 6週間        | 29℃          | 0        | ...              |
| 8週間        | 21℃          | 33       | 28.8±2.5         |
| 8週間        | 25℃          | 7        | 30.0±2.0         |
| 8週間        | 29℃          | 0        | ...              |

“注”は低温処理後の温度を除いて第8表と共通.

り出葉がさらに促進されたが, 両区の差は比較的小さかった.

## 出葉に及ぼす低温処理後の温度の影響（実験 8）

21, 25, 29℃の温度について検討したが、25℃以上の温度では出葉率がきわめて低く、21℃での出葉が比較的良好であった（第9表）。

## 考 察

前述のように歌田と鈴木<sup>8)</sup>は、ユリ類の種子のうち遅発芽性地下発芽型に属する種子の播種から本葉の進展までを主として温度環境に対する反応の違いによって5段階に分類しているが、かれらの分類の stage II の地下発芽期と stage III の小球形成期は同じ温度要求をもち、また stage II から stage III へは生理的、形態的に連続的に移行していくようで、この2つの stage の境界は不明瞭である。したがって、出葉促進処理においてこの2つの stage の区別が必要とは考えにくい。そこで、われわれはこの2つの stage を1つに括って、すなわちヤマユリの種子の発芽段階を高温感应期、地下発芽・小球形成期、低温感应期および出葉期の4段階に分けて、各段階の温度要求と各段階における適温度条件下での必要にして十分な処理期間とを明らかにしようとした。

高温感应期は種子休眠の状態にあるが、播種した状態、すなわち種子が水分を吸収できる状態で高温にさらされることによって種子休眠の打破過程の進行が促進される。休眠が浅くなった後の地下発芽適温は20℃前後の温度とされるので<sup>2, 6)</sup>、高温条件におきつづければ地下発芽は遅れる。休眠打破過程が完了すれば高温条件からすみやかに約20℃の温度条件（地下発芽・小球形成期）に移す必要がある。高温感应期の適条件に関しては、温度は30℃とされ<sup>1, 7, 8)</sup>、処理期間は6～8週間<sup>1)</sup>、7週間<sup>7)</sup>、あるいは10週間（ただし、ヤマユリの変種サクユリについて）<sup>8)</sup>とされている。本実験の結果では、29℃で10週間までは期間が長いほど休眠打破がより進み、その後の21℃での地下発芽が早まったが、高温処理期間を長くすると播種から地下発芽までに要する総日数が高温処理期間分だけ長くなるので、29℃の10週間処理が最も発芽を早める実用的な処理とは言えない。地下発芽率は29℃で4週間以上処理すれば十分高くなり、また、播種から地下発芽までの総日数が最短になったのは29℃では2～6週間処理であったので、29℃4～6週間処理が実用的な適条件といえるが、高温効果の確実性、安全性（後述する）、十分高い発芽率と発芽の斉一性を期待するならばやや長めの処理である29℃（30℃前後と言い換えることもできる）6週間処理がより適当と考えられる。30℃を

越える温度の影響についての報告はほとんどなく、わずかに浅野・高津<sup>1)</sup>が否定的に述べているだけである。しかし、本実験では、37℃、1～2週間処理区が発芽率と播種から発芽までの総日数に関して29℃、6週間処理区と同程度以上の効果を示した。ただし、21℃移行後の発芽は37℃、1～2週間処理では29℃、6週間処理に比較してかなり遅れたので、37℃の短期間処理は休眠打破効果が必ずしも十分ではないと考えられる。なお、41℃、1週間処理区は休眠打破に関しては一層高い効果を示したが、ごく一部の種子に高温障害が発生し、2週間処理区ではすべての種子に高温障害が発生した。この点から33～37℃の長期間処理も高温障害発生危険が考えられ、30℃程度での処理が実用的には適当と考えられる。

地下発芽・小球形成期の適条件に関しては、温度は20℃とされ<sup>1, 8)</sup>、期間は6～8週間<sup>1)</sup>とされている。そこで、本実験では適温はとくに検討せず、21℃での発芽・小球形成期間とその後出葉率、出葉速度との関係を検討した。その結果は6週間区より8週間区のほうが出葉率、出葉速度で明白に優れたが、8週間より長く処理してもとくに優れなかった。したがって、地下発芽・小球形成期は21℃（または20℃）、8週間が最適と考えられる。

地下発芽・小球形成期は上胚軸休眠の完成で終了し、次の低温感应期にこの休眠の打破過程が進行する。低温処理による出葉促進を検討した報告は比較的多く、ヤマユリあるいはそれに似たユリ類に関して、1～10℃での6週間～3ヵ月間<sup>2)</sup>、1～4.4℃での3～6ヵ月間<sup>3)</sup>、0～2.2℃での6～8週間<sup>5)</sup>、5～10℃での6～8週間<sup>8)</sup>、5℃での10週間<sup>1)</sup>、あるいは5℃での8週間<sup>7)</sup>が効果的であると報告されている。以上の報告から、適温は5℃前後と考えられたので、本実験では5℃での処理期間を検討したが、12週間までは長いほど出葉率が高くなり、また出葉が早くなった。十分な出葉率を確保するためには5℃で少なくとも10週間の処理が必要と考えられる。12週間で休眠はほぼ完全に打破されたと推定されるが、10週間との出葉日数の差は3日程度なので、播種から出葉までの日数を最短にする低温感应期の最適条件は5℃、10週間といえる。

低温処理後の出葉適温に関する報告は少なく、わずかに歌田と鈴木<sup>8)</sup>が15℃と20℃の比較で20℃が良好としている。本実験では21℃以上の温度を比較したが、21℃が最も良く、25℃以上では出葉が著しく抑制された。歌田と鈴木<sup>8)</sup>の結果を考えあわせると21℃（または20℃）が出葉期の適温と考えられる。

以上に示したような、各發育段階ごとに（ある程度以上の出葉率を確保して、播種から出葉までの日数を最短にする）最適条件を与えると、すなわち播種後29℃6週間処理を行った後に21℃に8週間保ち、次いで5℃10週間処理を行い、その後21℃条件に移すと、播種後約半年で出葉が見られた。

なお、サクユリなどで種皮と胚乳の一部切断が發芽促進に効果があるとされ<sup>4)</sup>、一方、高温処理前に種皮の全除去を行うと地下發芽が非常に促進されるとの報告<sup>9)</sup>がある。そこで、本実験でもそれを追試確認したが、種皮の擦り取り操作に多大の労力を必要とし、実用的とは言えない。化学薬剤処理の發芽促進に及ぼす影響は、本実験で検討した薬剤のうちでは、（種皮に含まれる發芽抑制物質の溶出除去を目的として行った）エタノール処理のみに地下發芽促進効果のある可能性を認めたが、結論を出すには追試が必要であろう。

### 摘 要

ヤマユリ種子は播種後下記の段階をへて出葉に至る：高温感應期（種子休眠打破段階）、地下發芽・小球形成期、低温感應期（上胚軸休眠打破段階）、出葉期（地上に葉が出現する段階）。本報告では、播種から出葉までの日数を最短にする条件を明らかにすることを目的として、各段階の休眠打破、發育をすみやかに進める温度条件などについて検討し、以下の結果を得た。

高温感應期は種子を湿状態で29℃、6週間の処理を行うと休眠打破効果が大きく、次の段階で地下發芽が促進された。

高温処理後から低温処理開始までの間に地下發芽し、小球を形成するが、良好な出葉を得るためにはこの期間は21℃で8週間は必要であった。

上胚軸休眠打破のための低温処理は5℃、10週間が適当と考えられた。

低温処理後の出葉適温は約20℃と考えられ、25℃以上の温度では出葉が強く抑制された。

なお、高温処理前に種皮を全除去すると地下發芽が著しく促進された。

### 引用文献

- 1) 浅野 昭・高津 勇. 1982. ヤマユリの發芽に関する研究. 園学要旨昭57春：312-313.
- 2) Barton, L. V. 1936. Germination and seedling production in *Lilium* sp. *Cotrib. Boyce Thompson Inst.* 8 : 297-309.
- 3) Emsweller, E. 1963. Propagation of lilies. *North. Amer. Lily Soc. Yearbook* (1963) : 142-154.
- 4) 平田良樹・田村輝夫. 1973. ユリ種子の發芽改善について. 園学要旨昭48秋：340-341.
- 5) MacRae, E. A. 1967. The culture of the Oriental Hybrids from seed. *North. Amer. Lily Soc. Yearbook* (1967) : 79-87.
- 6) 明道 博. 1957. 志佐・近藤編. 花と蔬菜の育種. p.169. 誠文堂新光社. 東京.
- 7) 新田 斉. 1982. ヤマユリ, ヒメサクユリ種子の温度処理期間と發芽について. 園学東北支部要旨昭57 : 53-54.
- 8) 歌田明子・鈴木基夫. 1973. ユリの繁殖に関する研究. II. ヤマユリ, カノコユリおよびパシフィック・ハイブリッド種子の發芽特性に関する研究. 園試報 A. 12 : 135-148.
- 9) 歌田明子・鈴木基夫. 1974. ユリの繁殖に関する研究. III. 種子処理及び採種後の環境条件がサリユリ及び‘パシフィック・ハイブリッド’種子の發芽と本葉展開に及ぼす影響. 野菜試報 A. 1 : 173-184.