

リンドウ属花粉の発芽および貯蔵に関する研究

佐 野 泰

信州大学農学部 蔬菜・花卉園芸学研究室

緒 言

近年長野県を中心として切花用りんどう^{註)}の栽培が盛んになつてきている。そのうち、最も多く栽培されているのはエゾリンドウ (*Gentiana triflora*) で、一部オヤマリンドウ (*G. Makinoi*) も栽培されているが、リンドウ (*G. scabra* var. *Buergeri*) はごくわずかである。しかし、これらには品種はなく、各地に野生しているものを集めてきて、そのうちから花型、花色、草丈、草姿、葉形、開花期の早晩性などによつて選抜されたものが栽培されている状態で、現在のところ交雑育種などはほとんど行なわれていない。一方、りんどうの繁殖は、従来行なわれてきた株分けに代わつて、最近ではほとんどが種子繁殖によつている。そして、これら種子の自家採種が行なわれている。これらりんどうの花粉の貯蔵が容易に出来るならば、育種および採種を行なう上に、有効な手段となることが期待される。

そこで、りんどうの育種および採種の基礎的資料を得る目的で、エゾリンドウを中心に、数種の *Gentiana* 属植物について、花粉の発芽条件ならびに貯蔵性について実験を行なつた。

本実験を行なうにあたり、協力を得た田嶋久矩、安田克弘両氏に対し、謝意を表する。

材 料 お よ び 方 法

実験に用いた材料は、信州大学農学部栽培のエゾリンドウ (*Gentiana triflora*)、*G. pneumonanthe*、*G. septemfida*、*G. tibetica* と、野生のリンドウ (*G. scabra* var. *Buergeri*) およびフデリンドウ (*G. Zollingeri*) である。これらの花粉は、それぞれの自然開花期に採取したほか、エゾリンドウでは、促成栽培によつて6月に開花させたものも用いた。いずれも、開花当日に採取した花粉を用いた。

花粉の発芽試験は VAN TIEGHEM の cell を用い、1区3反復とした。花粉の発芽培地としては、特別の場合を除き、15%しよ糖水溶液を用い、培養温度は25°Cとした。発芽率の測定は置床8時間後に行ない、数視野について、合計約300~500粒を調べた。この際、花粉管が花粉の直径の2倍以上に伸びたものを発芽とみなした。

花粉の貯蔵は、藪ごと硫酸紙に包み、乾燥低温貯蔵区および乾燥室温貯蔵区は、それぞれシリカゲルを入れた管びんに密封し、前者は2~5°C、または約-15°Cの冷蔵庫に、後者は室内に置いた。湿潤低温貯蔵区は、水蒸気を飽和した管びんに密封し、2~5°Cの冷蔵庫

本研究の要旨は園芸学会昭和41年度秋季大会において発表した。

註) 花卉としての *Gentiana* 属植物を「りんどう」とあらわし、*G. scabra* var. *Buergeri* を「リンドウ」とあらわして区別した。

に置いた。また、室内放置区は、硫酸紙に包んだまま、室内に放置した。

貯蔵花粉の一部については、発芽試験のほか、受精力を調べ、得られた種子の発芽力を検定した。この場合、エゾリンドウの種子は、完全なものでも一般に発芽率が非常に低く、そのままではほとんど発芽しないので⁶⁾、種子の発芽試験にあたっては、各種子とも 50ppm ジベレリン処理を行なつて播種した。

実験結果

発芽床における発芽条件 エゾリンドウの花粉は、15%しよ糖培地、25°Cで、第1図に示すような発芽経過を示した。すなわち、発芽は置床後40分ごろより始まり、2~4時間でほとんど出そろつた。

花粉の発芽に対する培地の最適しよ糖濃度を調べたところ、第2図に示す結果を得た。こ

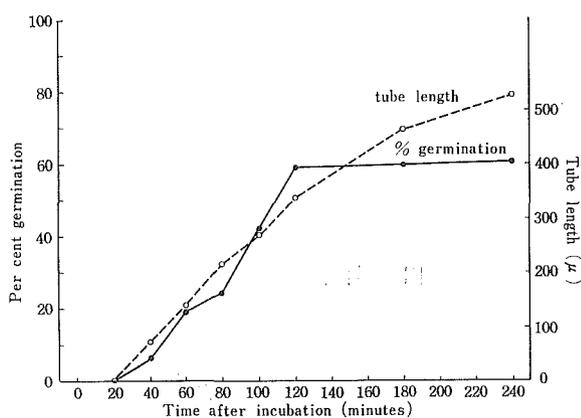


Fig. 1. Pollen germination and growth of pollen tube of *Gentiana* in culture medium consist of 15% sucrose solution at 25°C (*G. triflora*).

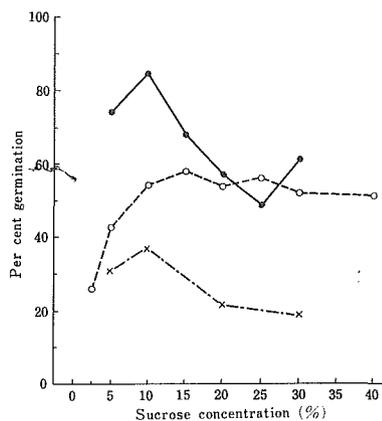


Fig. 2. Effect of different concentrations of sucrose in the culture medium on germination of *Gentiana* pollen (—●— *G. triflora*; ---○--- *G. scabra* var. *Buergeri*; ---×--- *G. Zollingeri*).

Table 1. Effect of boric acid in the culture medium* on germination of *Gentiana* pollen (*G. scabra* var. *Buergeri*)

Individual	+boric acid 100mg/l	-boric acid
I	41%	8%
II	72	12
III	42	—
IV	89	82
V	31	29
Average	55.0	26.9

* 15% sucrose solution.

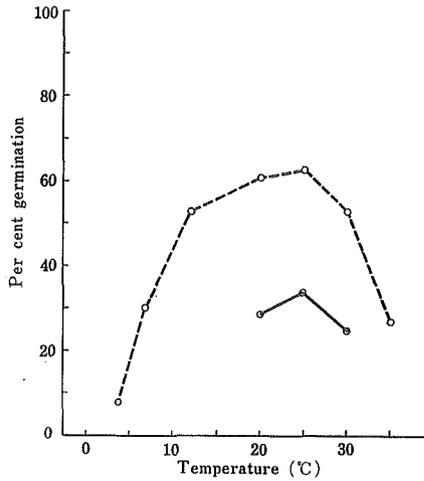


Fig. 3. Effect of temperature on germination of *Gentiana* pollen in culture medium (—●— *G. triflora*; ---○--- *G. scabra* var. *Buergeri*).

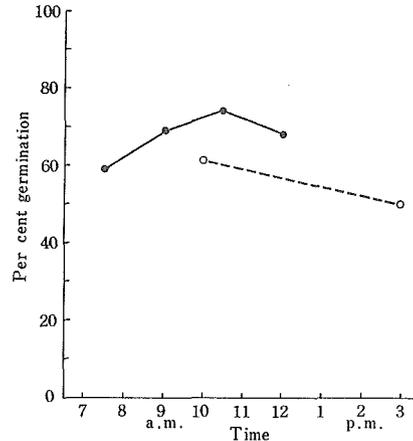


Fig. 4. Effect of the time of collection on germination of *Gentiana* pollen in culture medium (—●— *G. triflora*; ---○--- *G. scabra* var. *Buergeri*).

れによると、エゾリンドウでは、しよ糖濃度10%が最もよい発芽率を示した。リンドウでは、しよ糖濃度15%が最もよいが、10~40%の間で、発芽率に大きな差は認められなかつた。フデリンドウの発芽率は、この結果では一般に低くなつてゐるが、そのうち、しよ糖濃度10%が最もよかつた。以上3種の結果では、しよ糖濃度10~15%が最適とみられるが、かなり広範囲の濃度で、大きな差はないものと考えられる。

つぎに、10%しよ糖培地にホウ酸 100mg/l を加えて、リンドウ花粉の発芽におよぼすホウ酸の効果をみたところ、第1表に示す結果を得た。これによると、ホウ酸は明らかに発芽率を高めており、とくに対照区の発芽率のわるい個体において、その効果が著しく現われている。

花粉発芽に対する温度の影響は、第3図に示すように、エゾリンドウでは、20°C、25°C、30°Cをくらべると、25°Cが最もよかつた。リンドウについて、さらにくわしく調べた結果においても、25°Cが最も高い発芽率を示し、これより高温でも、低温でも、発芽率は低下した。またリンドウの自然の開花時期(10月)における自然温度は、室内において約17~22°Cであつたが、この条件下で発芽させたものは、発芽率49%を示し、25°Cのものより低かつた。フデリンドウについても、開花時期(5月)の自然温度13~20°Cと、25°Cとにおける発芽率を比較したところ、前者24%、後者30%と、25°Cの方が高い発芽率を示した。

エゾリンドウでは、開花日前の花粉では発芽率が低く、開花後に高くなる。そこで、開花当日の花に限り、同一個体から、定めた時刻にそれぞれ同一花内の別の葯より花粉を採取して、採取時刻と発芽率との関係を調べた。その結果は第4図に示すとおりで、エゾリンドウは、午前中では10時30分が最も発芽率が高かつた。またリンドウでは、午前10時と午後3時とを比較したところ、午前10時の方がよかつた。しかしいづれにしても、開花当日において

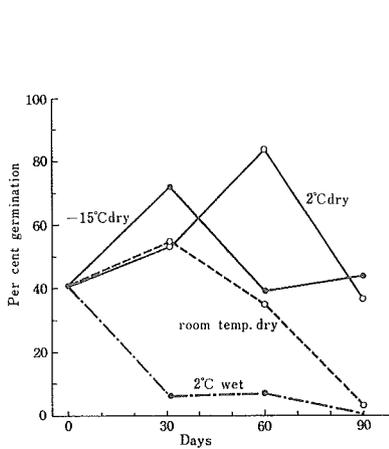


Fig. 5. Storage method and germination of *Gentiana triflora*.

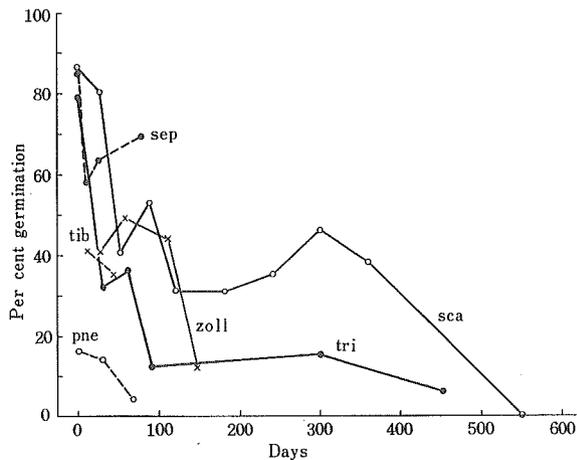


Fig. 6. Storage and longevity of *Gentiana* pollen. Pollen was enclosed in a capped vial with silica-gel and stored in a refrigerator at near 2°C. pne: *G. pneumonanthe*, sca: *G. scabra* var. *Buergeri*, sep: *G. septemfida*, tib: *G. tibetica*, tri: *G. triflora*, Zoll: *G. Zollingeri*.

は、時刻によつて発芽率に大きな変化はないものとみられる。

花粉の貯蔵と寿命 エゾリンドウの花粉を室内に放置したところ、発芽率が始め76%であつたものが、4日後には2%に低下した。つぎに、室温乾燥貯蔵区、2°~5°C乾燥貯蔵区、

-15°C乾燥貯蔵区および2°~5°C湿潤貯蔵区の4区を設け、貯蔵による発芽率の変化を比較した。その結果は第5図に示すとおりで、湿潤区は乾燥区にくらべて、速やかに発芽力が低下した。乾燥区では、室温区より低温区の方がよく、貯蔵開始後90日で、室温区の方はほとんど発芽がみられなくなつてゐるが、2°~5°C区と-15°C区では、いずれも貯蔵開始時とほとんど変わらない発芽率を示した。この結果より、エゾリンドウ花粉の貯蔵には、乾燥低温貯蔵が効果のあることがわかつた。

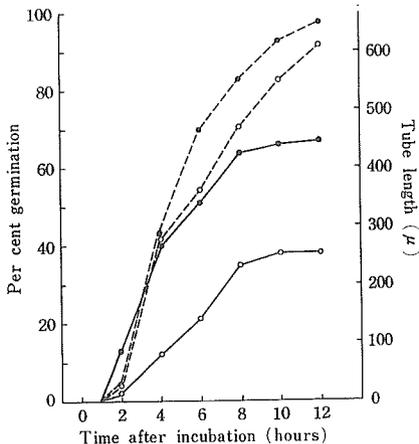


Fig. 7. Pollen germination and growth of pollen tube of 360 days stored or fresh *Gentiana* pollen in culture medium (—○— % germination, stored pollen; —●— % germination, fresh pollen; ---○--- tube length, stored pollen; ---●--- tube length, fresh pollen, *G. scabra* var. *Buergeri*).

つぎに、数種の *Gentiana* 属花粉について、どの程度貯蔵出来るかを調べてみた。貯蔵方法は2°~5°C乾燥貯蔵とした。その結果は第6図に示すとおりである。まず、エゾリンドウでは、最初の発芽率が79%であつた花粉が、90日後には12%になつてゐた。しかし、その後も発芽力を保持し、454日後でも6%の発芽がみられた。リンドウでは、始めの発芽率86%であつ

た花粉が、貯蔵開始から約1年後の360日で、なお38%の発芽率がみられた。そして、547日後においても、ごくわずかではあるが発芽花粉が認められた。フデリンドウ、*G. septemfida*、*G. tibetica* については、長期の貯蔵試験は行なっていないが、少なくとも2~3か月は、発芽力が十分保持されていた。また、*G. pneumonanthe* は新鮮な花粉の発芽率が低かつたため明確なことはわからないが、ある程度の貯蔵は出来るものとみられる。以上の結果よりみて、一般に *Gentiana* 属の花粉は、乾燥冷蔵によつてかなり長期間寿命を保持出来るものとみられる。なおリンドウの360日貯蔵した花粉について、その発芽経過と花粉管の伸長を新鮮花粉と比較してみたところ、第7図に示すように、貯蔵花粉では、発芽率は低くなつてゐるが、発芽がとくにおくれるということはなく、花粉管の伸長も測定した時間内においては新鮮花粉とほとんど変らなかつた。

以上の結果は、貯蔵花粉の寿命を、発芽床の上の発芽によつて判定したものであるが、実用上は貯蔵花粉の受精力、さらには出来た種子の発芽が問題となる。そこで、エゾリンドウで貯蔵した花粉を受粉し、得られた種子の発芽試験を行なつた。その結果は第2表に示すとおりである。ここに用いた貯蔵花粉は425日貯蔵したもので、受粉時の花粉の発芽率も約6%と非常に低いものであつたため、得られた種子数も少なく、種子の発芽率もきわめて低くなつてゐるが、このように長期間貯蔵した花粉でも発芽植物が得られることが確認された。

Table 2. Fruit set and the seed germination produced by stored pollen in *Gentiana triflora*

Pollen	Number of flowers pollinated	Number of fruits set	Number of seed per pod	Percent germination of seed
425 days stored pollen	7	7	182.6	1.0%
Fresh pollen	7	7	1340.0	31.8

考 察

Gentiana の花粉は、発芽床上で、個体によつて相当の差はみられるが、一般にかなりよく発芽する。本実験では、発芽培地としてしよ糖溶液のみを用いたが、多くの場合、これでよく発芽した。最適しよ糖濃度は、エゾリンドウ、フデリンドウで10%、リンドウで15%であつたが、多くの植物の花粉で認められているように²⁾、*Gentiana* においても、かなり広範囲のしよ糖濃度でよく発芽することが認められた。リンドウ花粉に対しては、ホウ酸添加の効果が認められたが、この場合、発芽率の低い花粉に対して効果が著しく、もともとよく発芽する花粉ではそれほど効果が現われていない。VASIL⁹⁾は、すでに花粉に十分のホウ素が含まれている種類では、ホウ素添加の効果はないが、多くの種類の花粉では、ホウ素含量が低く、これらの花粉では、ホウ素によつて発芽がよくなるということを述べている。リンドウの場合も、おそらく個体によつてホウ素含量に差があり、花粉にホウ素が少ない場合に、ホウ酸添加の効果が現われるのではないかと想像される。

リンドウ花粉の発芽床上での発芽率は、25°Cにおいて最も高くなつてゐる。また、エゾリンドウでも同様の結果が示された。安田⁹⁾は、花粉の発芽は、開花時の温度が必ずしも最

適とはいえないと述べているが、リンドウの場合も、自然の開花期は10月で、そのころの気温は25°Cよりもかなり低く、この温度での発芽率は、25°Cのものより低くなっていた。また、5月に開花するフデリンドウにおいても同様の傾向がみられた。エゾリンドウの開花は、系統によつても異なるが、普通7~8月で、そのころの気温は花粉の発芽適温よりかなり高くなるから、この場合、発芽はかなり低下するものと考えられる。エゾリンドウでは、夏の高温期に開花した花では種子の稔性が低いといわれているが、高温による花粉の発芽率の低下がその原因の一つとなつていることも考えられる。

Gentiana では雄蕊先熟で、エゾリンドウ、リンドウでは、天候にもよるが、開花後2~3日で開葯する。花粉の発芽率は、開花前では低いが開花後高くなる。そして、開花当日であれば、早朝よりも午前10時ごろに発芽率が高くなる。しかし、時刻によつてあまり大きな変化があるようにはみられない。

花粉の貯蔵は、一般に乾燥低温状態に保つのがよいといわれている⁹⁾。とくに、湿度は決定的な働きを示し、一般的にいつて、相対湿度10%から50%ぐらいがよいといわれている⁴⁾。Mc GUIRE⁵⁾はトマトの花粉を、0°C、10°C、20°Cの温度と、低湿度と高湿度の組合せの条件下に貯蔵した結果、低温、低湿ほど長く寿命を保つたと報告している。また、SNOPEら⁷⁾も、アスパラガスの花粉貯蔵に関して、低温、低湿がよいという結果を得ている。そして、-20°Cと乾燥1°Cとでは、発芽率にほとんど差はみられていない。一方、萩屋¹⁾は、ボタンの花粉貯蔵において、乾燥、冷蔵の効果は意外に少ないと報告している。本実験では、花粉の貯蔵方法として、容易に得られるということで、低温は冷蔵庫を用いて2~5°Cとし、一部-15°Cを用いた。また乾燥には、扱いやすく、しかも乾燥効力の強いシリカゲルを用いた。その結果、室内放置の花粉は数日以内に発芽力を失ない、また、低温でも湿潤状態に保つたものは、すみやかに発芽力が低下した。これに対し、乾燥の効果は大きく、室温でもかなりの期間高い発芽率を保つたが、とくに低温、乾燥でさらに大きな効果を示した。この場合、-15°Cと2~5°Cとではあまり明確な差はみられず、乾燥状態に保てば、2~5°Cで十分と考えられる。

この方法で、*Gentiana* 属数種の花粉を貯蔵し、その後の発芽率の変化を調べたところ、エゾリンドウでは、454日後に6%の発芽がみられた。また、リンドウでは、約1年後に最初の発芽率の半分近くに当たる38%の発芽率がみられ、なお547日後においても、わずかながら発芽花粉がみられた。また、この貯蔵1年後の花粉の発芽経過と花粉管の伸長を、新鮮花粉と比較してみたが、とくに異常は認められなかつた。花粉の寿命は、種類や貯蔵方法によつて短いものから長いものまでいろいろあるが⁹⁾、本実験でみられたエゾリンドウ、リンドウ花粉の寿命は、かなり長い方といえよう。フデリンドウ、*G. pneumonanthe*、*G. septemfida*、*G. tibetica* などについては2~4か月以上の貯蔵試験は行なつていないが、これらの花粉もかなり長期間発芽力を保つものと思われる。このように、*Gentiana* の花粉は、低温、乾燥貯蔵によつて長期間貯蔵出来ることが明らかとなつた。もちろん、安田¹⁰⁾らも指摘しているように、貯蔵花粉では発芽力が示されても、受粉によつて発芽しうる種子が得られるかどうかの問題である。そこで、本実験においても、エゾリンドウで貯蔵花粉を受粉し、得られた種子の発芽試験を行なつた。この実験に用いた花粉が425日貯蔵されたもので、発芽率が約6%と非常に低いものであつたため、低い率ではあつたが、完全な発芽植物が得ら

れた。これによつて、*Gentiana* の貯蔵花粉で、発芽力が保たれているだけでなく、実際に発芽植物をつくる能力が保たれていることが証明された。

りんどうは、近年長野県を中心として相当栽培されているが、交雑育種はほとんど行なわれていない。切花用に栽培されているりんどうは、系統によつてかなりの開花期の中がみられ、6月から9月にかけて開花する。開花は主として温度によつて支配されるが、系統によつては温度に影響されないものもある³⁾。さらに、フデリンドウは5月ごろに、リンドウは10月ごろに開花し、また、*G. septemfida* は6月から10月ごろに開花するなど、開花期はまちまちで、種類によつては開花期の調節の困難なものも多い。しかしながら、この実験によつて、多くの *Gentiana* 花粉が、乾燥冷蔵によつて長期間保存出来ることが明らかとなつたので、今後、開花期の異なる *Gentiana* の種間、系統間の交雑や、また採種を行なう上に、花粉の乾燥冷蔵が有効な方法として役立つものと期待される。

摘 要

1. *Gentiana* 属花粉の、培地上での発芽条件ならびに貯蔵性について実験を行なつた。
2. 発芽培地のしよ糖溶液濃度は、エゾリンドウとフデリンドウでは10%、リンドウでは15%で最も高い発芽率を示した。しかし、かなり広範囲の濃度で発芽率に大きな差はみられなかつた。
3. 培地に 100mg/l のホウ酸添加を行なつたところ、リンドウ花粉の発芽率が高められた。ことに、発芽率の低い花粉においてその効果が著しかつた。
4. エゾリンドウ、リンドウ花粉の発芽適温は、いずれも 25°C であつた。
5. エゾリンドウおよびフデリンドウでは、開花当日であれば、花粉の採取時刻によつて発芽率にそれほど大きな変化はみられなかつた。
6. エゾリンドウ花粉の貯蔵は、低温 (2°~5°C または -15°C)、乾燥 (シリカゲル) 状態におくのが最もよく、ついで室温乾燥状態で、低温でも湿潤状態のものや、室内放置のものは早く発芽力を失なつた。
7. 数種の *Gentiana* 属花粉を、低温乾燥貯蔵 (2°~5°C、シリカゲル) して、その寿命を発芽試験によつて調べたところ、エゾリンドウでは、454日後でも6%の発芽がみられた。またリンドウでは、360日後で38%の発芽がみられ、547日後においても発芽花粉が認められた。フデリンドウ、*G. pneumonanthe*、*G. septemfida*、*G. tibetica* などの花粉も、少なくとも2~3か月以上は発芽力を保つことがわかつた。
8. 長期間保存したエゾリンドウ花粉を受粉したところ、種子が得られた。この種子は、発芽試験によつて発芽力のあることが確められた。

文 献

1. 萩屋薫. 1962. ボタン花粉の発芽および貯蔵. 園芸学会昭和37年度秋季大会研究発表要旨. P. 32.
2. 岩波洋造. 1964. 花粉学大要. P. 126, 182. 風間書房. 東京.
3. 川田計・高沖弘. 1961. リンドウの生態に関する研究 (第2報) 日長および気温の花成に及ぼす影

- 響. 園芸学会昭和36年度春季大会研究発表要旨. P. 35.
4. LINSKENS, H. F. 1964. Pollen physiology. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 15 : 255~270.
 5. Mc GUIRE, D. C. 1952. Storage of tomato pollen. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 60 : 419~424.
 6. 佐野 泰. 1967. リンドウ属種子の発芽について. 園芸学会昭和42年度秋季大会研究発表要旨. P. 262~263.
 7. SNOPE, A. J. and J. H. ELLISON. 1963. Storage of asparagus pollen under various condition of temperature, humidity and pressure. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 83 : 447~452.
 8. VASIL, I. K. 1964. Effect of boron on pollen germination and pollen tube growth. H. F. LINSKENS ed. *Pollen physiology and fertilization.* 107~119. North-Holland Publishing Comp. Amsterdam.
 9. 安田貞雄. 1948. 高等植物生殖生理学. P. 151, 474. 養賢堂. 東京.
 10. ————. 1951. 種子生産学. P. 239~241. 養賢堂. 東京.

Germination and Storage of *Gentiana* Pollen

By Yasushi SANO

Laboratory of Olericulture and Floriculture, Fac. Agric. Shinshu Univ.

Summary

Germination and storage condition of *Gentiana* pollen were studied.

Sucrose solution was used as culture medium. The optimum sucrose concentration of medium was 10% in *G. triflora* and *G. Zollingeri*, and 15% in *G. scabra* var. *Buergeri*. However, percent germination of them was not so varied in wide range of sucrose concentration.

Boric acid of 100 mg/l in medium stimulated germination of *G. scabra* var. *Buergeri* pollen, especially in the pollen of low viability.

The optimum temperature for pollen germination was 25°C both in *G. triflora* and in *G. scabra* var. *Buergeri*.

Pollen germination increased after anthesis in *G. triflora* and *G. scabra* var. *Buergeri*. On the day of anthesis, percent germination of pollen was not so markedly varied by time.

Pollen of *G. triflora* was enclosed in capped small vials with silica-gel and stored at -15°C, 2~5°C and room temperature. Longevity of the pollen increased in dry and low (2~5°C or -15°C) temperature condition, and decreased in high relative humidity and room temperature condition.

The pollen of *G. triflora* stored at 2~5°C dry condition showed germination of 6% even after 454 days. In *G. scabra* var. *Buergeri* pollen stored as same condition as *G. triflora*, 38% germination was observed after 360 days, and germination was observed in several individuals even after 547 days of storage. The pollen of *G. Zollingeri*, *G. septemfida*, *G. tibetica* and *G. pneumonanthe* stored at dry and low temperature condition showed viability over 2 or 3 months.

The viability of stored pollen of *G. triflora* was tested actually by pollination. The pollen stored 425 days produced fruits and seed. By the germination test, it was proved that the seed germinated and produced seedlings.

From the results obtained here, dry and low temperature storage is effective for keeping longevity of *Gentiana* pollen.