

球根作物の球形成に及ぼす温度の影響 (第5報)
低温処理が *Ornithogalum arabicum* L.,
O. thyrsoides JACQ. と *O. umbellatum* L.
の球形成に及ぼす影響

青 葉 高

(山形大学農学部 蔬菜園芸学研究室)

(昭和48年9月19日受領)

Effect of Temperature on Bulb- and Tuber-formation in
Bulbous and Tuberous Crops

(V) Effect of Chilling Treatment on Bulb Formation in *Ornithogalum*
arabicum L., *O. thyrsoides* JACQ. and *O. umbellatum* L.

Takashi AOBA

(Laboratory of Olericulture, Faculty of Agriculture, Yamagata University)

I. 緒 言

Ornithogalum 属は約100種を含む大きな属で、観賞用として栽培される種は、主に南アフリカと、地中海を中心とした欧州から西部アジアに分布している。⁸⁾ わが国にはこのうち数種が切花用または花壇用として栽培されている。

筆者は1971年から *O. thyrsoides* を材料として予備実験を行なったところ、タネ球の低温貯蔵の新球形成に及ぼす影響が明らかに認められた。そこで1972~73年、引き続いて本実験を行なった。

II. 材料および方法

予備実験 *O. thyrsoides* の平均 4.0g の球を供試し、1971年10月6日から翌年5月12日まで、5球ずつを5°, 9°, 15°, 21°, 25°C の恒温器内で貯蔵し、5月12日に鉢に植えて戸外で栽培した。鉢植えの株はその後8月17日掘上げ、生長と球形成の状況を調査した。

第1実験 1972年9月23日に平和園から入手した *O. arabicum* (平均球重 44.1g), *O. thyrsoides* (6.1g) および *O. umbellatum* (1.6g) の球を供試した。温度処理は10月1日から60, 90日間、第1表に示した5段階の温度の恒温器内で行ない、その後は20°C の恒温器に移し、4月30日に取出して新球形成の状況などを調査した。*O. umbellatum* は1区12球、その他の種は1区5球とし、調査後の球は平箱に植えて戸外におき、萌芽状況などを調査した。

第2実験 第1実験と同じ3種の球を供試した。球は10月1日から第1表の5段階の温度で低温処理し、30, 60日間処理区は11月30日、90日処理区は12月30日に、1/5,0000アール鉢に *O. arabicum* は4球、*O. thyrsoides* は6球、*O. umbellatum* は10球ずつ定植

Table 1. Experimental sequence.

Year	Species	Ave. wt. of seed-bulbs	Treatment for seed-bulbs		Date of observation
1971	<i>O. thyrsoides</i>	4.0g	Oct. 6~ for about 7 months at 5°, 9°, 15°, 21°, 25°C	Planted on May 12	Aug. 17
1972 Exp. 1	<i>O. arabicum</i>	44.1	Oct. 1~ for 60, 90 days, at 2°, 5°, 9°, 15°, 20°C	Stored in thermostat at 20°C	Apr. 30
	<i>O. thyrsoides</i>	6.1			
	<i>O. umbellatum</i>	1.6			
1972 Exp. 2	<i>O. arabicum</i>	44.1	Oct. 1~ for 30, 60, 90 days, at 2°, 5°, 9°, 15°, 20°C	Planted on Nov. 30 (Dec. 30) About 20°C, 16- hrs. daylength	May 21
	<i>O. thyrsoides</i>	6.1			May 17
	<i>O. umbellatum</i>	1.6			May 15

し、1鉢1区とし、20°C以上を保つビニール被覆の枠内で16時間日長で栽培した。なお30日間処理区は、処理後定植まで30日間は、20°Cの恒温器内で貯蔵した。ビニール枠はガラス室内に設け、冬季間を通じて最低温度は19~20°Cを維持でき、最高気温は、3月下旬以降25~30°Cに上昇する日が多かった以外は、20~22°Cであった。

一部の区の葉が枯れ始めた5月15~22日に種類ごとに順次掘上げ、新球の形成状況や葉の生長状況を調査した。

III. 実験結果

予備実験 9°, 15°C貯蔵区では大部分の球が貯蔵中に腐敗し、定植できなかつた。21°, 25°C貯蔵区は定植後間もなく萌芽し、8月17日の調査時には8~9枚の葉を生じ、葉長は24cm前後であった。葉鞘径は0.7~1.4cmで、球を形成していなかつた。一方、5°C貯蔵区では葉があまり生長せず、8月17日の平均葉数は2.3枚、葉長は7.8cmに過ぎなかつた。葉鞘径は定植後間もなく増大し、8月17日には平均球径2.0cmの新球と、肥厚した側球と、葉上に珠芽を形成していた(第1図)。なお21°, 25°C区の株を調査後鉢に植

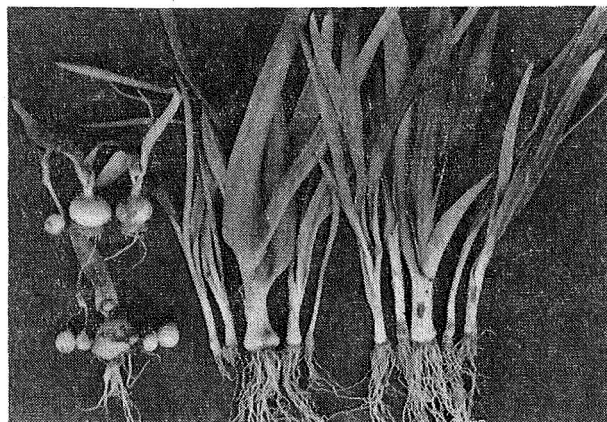


Fig. 1. Effect of the chilling treatment on the bulb formation of *O. thyrsoides*. (1971~72) From left to right, showing the plants treated with the chilling at 5°, 21° and 25°C for about 7 months, respectively.

え、戸外で培養したところ、夏季を通して球を形成しないまま生長を続け、越冬後、翌年6月に至って開花し、球を形成し茎葉は黄変枯死した。

第1実験 *O. arabicum* では 2°, 5°, 9°C の60, 90日間処理区は、側芽が肥大して側球を形成した。しかし、15° と 20°C で 60, 90日間貯蔵した区は側芽の肥厚はみられなかった (第2表)。

Table 2. Effect of the chilling treatment on the bulb formation of *O. arabicum*.
(Exp. 1 and 2)

Chilling		Diam. of main bulb	Thickness of lateral bulb	Degree of withering of leaves	Degree of bulbing	Beginning date of flowering	Degree of bulbing in thermostat at 20°C (Exp. 1)
Temp.	Duration						
2°C	30days	3.5cm	1.3cm	+	+	Jan. 5	
5°	"	3.2	1.0	++	+	"	
9°	"	3.4	1.3	++	+	"	
15°	"	3.4	1.1	±	-	Jan. 25	
2°	60	2.9	0.8	+	+	Jan. 16	±
5°	"	3.0	0.8	++	+	"	+
9°	"	3.0	1.1	++	+	Jan. 5	+
15°	"	3.3	0.6	±	-	Jan. 25	-
2°	90	2.6	0.8	±	+	"	+
5°	"	2.4	0.8	++	+	"	+
9°	"	3.6	1.3	++	+	Dec. 10	+
15°	"	2.8	1.0	-	±	Jan. 5	-
Control (20°C)		3.4	0.9	-	-	Feb. 15	-

Table 3. Effect of the chilling treatment on the bulb formation of *O. thyrsoides*.
(Exp. 2)

Chilling treatment		Diam. of bulb (A)	Diam. of leaf sheath (B)	Bulbing ratio (A/B)	Degree of bulbing	Period of flowering
Temp.	Duration					
2°C	60days	2.0cm	1.2cm	1.7	±	-
5°		2.3	0.5	5.0	+	-
9°		2.4	0.2	11.2	++	-
15°		1.7	1.4	1.3	-	Middle Feb.
20°		1.8	1.4	1.3	-	"
2°	90days	2.2	0.7	3.2	+	-
5°		2.1	0.7	3.1	++	-
9°		1.9	0.3	6.2	++	-
15°		2.1	1.3	1.6	±	Late Mar.
20°					-	"

これらの側芽を植付けて生長状況を調査した結果、2~15°C の低温処理を行わない 20°C 区は、植付け後 10~15 日頃から萌芽し始め、夏を越して生長を続けた。低温処理区は 1~2 カ月後から萌芽し始め、9°C 60日区は、3 カ月を経過してもほとんど萌芽しな

Table 4. Effect of the chilling treatment on the bulb formation of *O. umbellatum*. (Exp. 2)

Chilling treatment		Period of sprouting	No. of leaves (Main bulb)	Ave. wt. of bulb		Degree of bulbing
Temp.	Duration			Main B	Lateral B	
2°C	30days	Middle Feb.	5.3	—g	—g	—
5°		"	4.7	—	—	—
9°		"	5.3	—	—	—
15°		"	5.3	—	—	—
20°		Early Feb.	5.7	—	—	—
2°	60days	Early Feb.	1.3	—	—	±
5°		Late Dec.	0.2	2.6	0.2	+
9°		"	0.8	3.0	0.3	+
15°		March	5.0	—	—	—
2°	90days	Middle Jan.	0	1.6	0.2	+
5°		Early Feb.	1.2	2.2	0.1	+
9°		Middle Jan.	0	2.0	0.2	+
15°		Early Feb.	5.0	—	—	—
20°		March		—	—	—

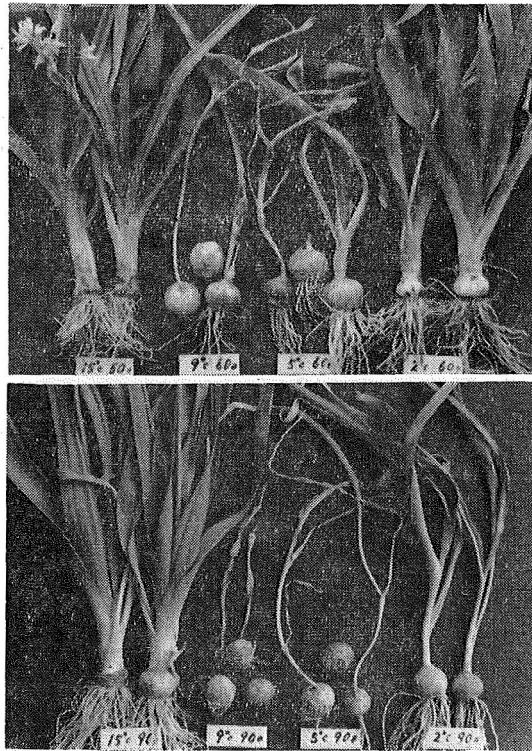


Fig. 2. Effect of the chilling treatment on the bulb formation of *O. thyrsoides*. (1972~73)
 Labelled figures show the chilling temperature and duration of the treatment (days)
 of each group.

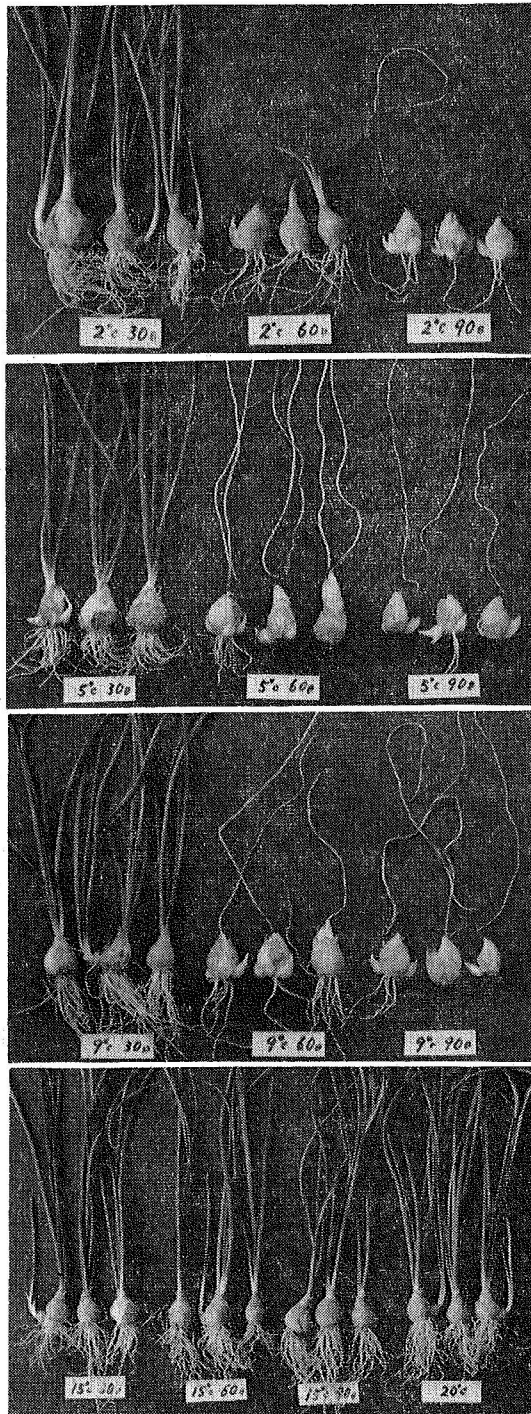


Fig. 3. Effect of the chilling treatment on the bulb formation of *O. umbellatum*. (1972~73) Labeled figures show the chilling temperature and duration of the treatment (days) of each group.

った。

O. thyrsooides では、ほとんど全部の球が腐敗したため調査を中止した。

O. umbellatum では、低温処理を行なった区も新球を形成しなかった。調査後の球を植付けたところ、いずれの区も相前後して萌芽し、やがて地上部は黄変し、新球を形成した。

第2実験 *O. arabicum* の場合、30日間低温処理区は11月中下旬、60日間処理区は12月上旬頃、90日処理区は1月上旬に萌芽し、2~9°Cで低温処理した区は4月下旬から5月にかけて葉先から枯れ始めた。萌芽は低温処理区が早い傾向を示した。

5月21日に掘上げて調査した結果(第2表)、球径では区間に明瞭な差はみられなかった。しかし一般に低温処理区は葉の黄変が早く、側球が肥大していた。低温処理区の間では9°C区の球形成がもっとも進み、ついで5°C、2°C区が球を形成し、15°C区は20°C区とあまり差がみられなかった。なお全部の区が1~2月に開花し、その時期は9°C90日区が最も早かった以外は、概して植付け期の早かった区が早く、低温処理区の間では9°C区が早く、低温処理を行なわない20°C区は最も遅く、2月中ごろから開花した。

O. thyrsooides では60日処理と90日間処理を行なった。萌芽は貯蔵温度が高い区ほど早く、5月17日までに開花したのは、15°C区と20°C区だけであった。

5月18日の調査の結果、低温処理区は葉が黄変し始め、球部が肥大し、側球と葉上の珠芽が形成されていた。球の形成は、低温処理区の間では9°C区でもっとも進み、ついで5°C区で、2°Cでは90日処理区は球を形成したが、60日区では球を形成せず、15°Cでは90日間処理区もほとんど球を形成しなかった。

調査後の球は再び鉢に植えてその後の生育状況を調査した、2°C、15°C、20°C60日区はその後開花し、これらの株は球を形成しないまま夏季も生育を続けた。

O. umbellatum では9°Cか5°Cで60日間処理した区がまず萌芽し、ついで90日間低温処理区が萌芽した。30日間低温処理区は一般に萌芽が遅く、そのなかでは2°C30日区がもっとも遅かった。開花は2~15°Cの低温で90日間処理した区にのみみられ、そのなかでは9°C90日区が幾分早かった。

20°Cの16時間日長で栽培し、5月15日に掘上げて調査した結果、60日間以上2~9°Cで低温処理した区は球を形成し、葉は黄変しやがて枯死した。しかし、低温30日間処理区と15°C処理区は20°Cで球を貯蔵した低温無処理区と同様に球が形成されず、2°C60日処理区は萌芽が遅く、球の形成はあまり進んでいなかった。球重は9°C60日区が最も大きく、ついで5°C60日区で、植付け期が1カ月遅かった90日間低温処理区は主球、側球ともやや小さかった。

調査後の球を植付けて栽培を続けたところ、球を形成しなかった区もやがて主球を形成し、萌芽した側芽が夏を通して生育を続けた。

IV. 考 察

前記のように本実験に供した3種のオーニソグラムは、いずれも新球形成に低温条件経過を必要とするか、少くも低温経過により球の形成の促進することが知られた。そして球を形成すべき生理状態を誘起する温度は、*O. arabicum* は2~9°Cで、15°Cにおいても長期間を経過すると球形成状態が誘起された。*O. thyrsooides* は9°Cで球の形成がもっと

も進み、5°C では幾分劣り、2°, 15°C では90日間処理しても球はほとんど形成されず、21°, 25°C で貯蔵した場合は新球を形成することなく夏を通して生育を続けた(予備実験)。 *O. umbellatum* の球の形成は5~9°C で進み、2°C では60日処理区も球形成率が100%にならず、15°C では90日処理区も球を形成しなかった。

以上のように *O. arabicum* は感応温度の巾が広く、*O. thyrsoides* は比較的狭いものと思われた。SHOUB らによると、⁷⁾ *O. arabicum* の花芽形成は2~30°C の広範囲で起こり、分化期は17~20°C の場合に早く、花序の生長は13°C で速い。本実験においても、低温処理区、無処理区とも、すべての区が開花した。本種はこのように花芽形成のための誘導温度の範囲が広い植物であるが、球形成についても同様に、広い範囲の温度で誘導がおこるものと思われた。ただし20°C 貯蔵球と、その側芽を植付けたところ、夏を通して生育し続けた。したがって本種の球形成は、*O. thyrsoides* の場合と同様に、20°C 以上の温度ではおこらないものと思われる。

なお *O. umbellatum* の開花は、2~15°C の90日間処理区以外ではみられず、本種の開花には相当長期間の低温条件経過を必要とするものと思われた。一方 *O. thyrsoides* は15°C 区と20°C 区以外では開花しなかった。したがって本種の花芽の分化、発育と温度条件との関係は、他の2種のオーニソガラムとは、かなり異なるように思われた。

前記の第1実験において、低温処理球を20°C の恒温器内に移して新球の形成状況を調査した結果、*O. arabicum* では側球が形成され、それらの側球は定植しても2~3カ月は萌芽せず、休眠状態にあるものと思われた。このように低温処理により球形成状態が誘起されたタネ球が、恒温器内で球内に新球を形成することは、アイリスやチュウリップにおいてもみられ、アイリス、チュウリップとも、休眠覚醒後間もない球を10° および3°C 前後の低温においた場合に生ずる。^{4, 6)} そして母植物の生育中に掘上げたチュウリップ球は低温処理を行なっても球を形成せず、掘上げ期が遅れるほど球形成が進む。⁶⁾ アイリスでは掘上げ後間もない、球内の生長点の幼葉が3~4葉のころ低温処理すると鱗葉を形成し、幼葉数がさらに増加した時期に低温に遭遇すると花芽を形成する。⁵⁾ これらの現象はフリージアの二階球形成とも類似している。²⁾

本実験において、*O. arabicum* では母球内に新球の形成が認められたが、他の2種のオーニソガラムでは球内に新球は形成しなかった。これはそれぞれの種の特性によると思われる。しかし、チュウリップやアイリスでみられたように、それぞれの種の休眠期間の長さや萌芽期の早晩とも関係があると思われ、本実験の結果から直ちに形成するかどうかを決定することはできない。

本実験の *O. arabicum* の場合、10月末に植付けた区は11月中下旬には萌芽し、低温処理期間が長く、植付け期の遅い区ほど萌芽期は遅かった。これらの点からみて、本種は10月中には休眠はすでに終り、生長に適当な温度条件になれば葉が生長する生理状態になっていたものと思われる。*O. thyrsoides* は恒温器内で新球は形成しなかったが、本実験では貯蔵温度が高い区ほど萌芽が早く、15, 20°C 区は貯蔵中に萌芽がある程度進んだものと思われ、本種も10月にはすでに生長し得る状態にあったと思われる。

一方 *O. umbellatum* の萌芽は5°, 9°C で60日間処理した区が最も早く、低温90日区がこれにつき、2~15°C の低温30日区や15°, 20°C 貯蔵区の萌芽期はかえって遅かった。以上の点からみて、本種は5~9°C 前後の低温条件を60日程度経過することにより、萌

芽しやすい生理状態に変化すると考えられる。なお *O. arabicum* や *O. thyrsoides* の球は温度条件が適当な場合は紙袋内で萌芽する。一方 *O. umbellatum* の球は低温処理後 20°C の恒温器内に移した場合は全然萌芽しなかった。したがって本種は外部から水分を与えられない場合は萌芽し難い特性をもつように思われる。

以上のように供試した3種のオーニソガラムの間には若干の特性の相違がみられたが、3種とも低温条件経過により球形成状態が誘起されるものと思われた。そしてこのような現象はニンニク、¹⁾ フリージア、²⁾ オキザリス、³⁾ など、多くの秋植え球根作物で認められている。したがって低温条件経過により球を形成し得る生理状態が誘起されることは、越冬後初夏に球根を形成するいわゆる秋植え球根作物に広く見られる現象と思われる。そしてこの現象は、越冬性植物の花成が低温条件経過によって誘起される、いわゆる春化現象に非常に類似している。

摘 要

オーニソガラム属の3種の花弁 (*O. arabicum*, *O. thyrsoides*, *O. umbellatum*) を用い、タネ球に対する 2~15°C の低温処理が新球形成に及ぼす影響について実験を行なった。

1. オーニソガラムの鱗茎を 2°, 5°, 9°C で 60, 90日間低温処理した後、20°C の恒温器内においた。その結果、*O. arabicum* では側球が肥大した。一方 *O. thyrsoides* と *O. umbellatum* は恒温器内では球の肥大がみられなかった。

2. 2~15°C で 30, 60, 90日間低温処理した球を鉢に植え、20°C, 16時間日長で栽培した。*O. arabicum* は 2~9°C で30日間以上処理した区は新球を形成した。一方 *O. thyrsoides* は 5°, 9°C の 60, 90日間処理区と、2°, 15°C の90日間処理区は球を形成した。*O. umbellatum* では低温処理区のうち 5°, 9°C の30日間処理区と 2°C の60日処理区では新球を形成しなかった。

3. 以上の事実からみて、これらのオーニソガラムは、5~9°C 前後の低温処理により球の形成に応ずる生理状態が誘起され、20°C 前後の温暖条件で新球の発育が進むものと思われた。

4. 従前のニンニク、フリージアやオキザリスの実験成績や、本実験の結果からみて、低温処理により球根形成が可能になり、または促進されることは、初夏に球根を形成する球根作物に広くみられる特性と思われ、この現象は花成の場合の春化と類似している。

謝辞 本実験の遂行に当り協力をいただいた本学の高樹英明、岩城実の両氏に対し、深く感謝します。

参 考 文 献

- 1) 青葉 高, 1971, ニンニクの球形成に関する研究(第2報)低温処理の影響, 山形農林学会報 28: 34-40.
- 2) —, 1972, 球根植物の球形成に及ぼす温度の影響(第1報)温度条件がフリージアの二階球形成に及ぼす影響, 園学雑, 41(3): 290-296.
- 3) —, 1972, 同上(第2報)オキザリスのりん茎形成に及ぼす低温処理の影響, 園学雑, 41(4): 393-397.
- 4) HALEVY, A. H. et al. 1963. Effect of storage temperature on development, respiration, ca-

- rbohydrates content, catalase and peroxidase activity of Wedgewood iris plant. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 83 : 786-797.
5. KAMERBEEK, G. A. 1962. Respiration of the iris bulb in relation to the temperature. Acta. Bot. Neerl. 11 : 331-410.
 6. LE NARD, M. 1972. Influence of sequences of high and low temperatures on the differentiation of buds, rooting and bulbing in the tulip. (in French with English summary) Ann. Amelior, Plantes 22 (1) : 39-59.
 7. SHOUB, J. and A. H. HALEVY, 1971. Studies on the developmental morphology and the thermoperiodic requirements for flower development in *Ornithogalum arabicum* L. Hort. Res. 11 : 29-39.
 8. 塚本洋太郎, 1965, 原色園芸植物図鑑 IV : 139-142.

Summary

This study was carried out to clarify the effect of chilling treatment for seed-bulbs on the bulb formation of *Ornithogalum arabicum* L., *O. thyrsoides* JACQ. and *O. umbellatum* L..

The results obtained were summarized as follows :

1. When the seed-bulbs of *Ornithogalum* were exposed at 2°, 5° or 9°C for 60 or 90 days and thereafter were stored in the thermostat at 20°C, the bulbs of *O. arabicum* produced new lateral bulbs. While those of *O. thyrsoides* and *O. umbellatum* subjected to the chilling treatment mentioned above failed to form new bulbs.

2. In the second experiment, the bulbs were treated with chilling at 2°~15°C for 30, 60 or 90 days and were grown under a daylength of 16-hour at about 20°C. The plants of *O. arabicum* grown from the bulbs treated at 2°~9°C produced new bulbs in spite of 30 days chilling. The plants of *O. thyrsoides* grown from the bulbs treated at 5°, 9°C for 60, 90 days and at 2°, 15°C for 90 days produced new bulbs. While the plants of *O. umbellatum* grown from the bulbs treated with the chilling at 5°, 9°C for 30 days and at 2°C for 60 days did not form new bulbs.

3. From these results, it may be assumed that the chilling treatment at about 5°~9°C induced the favourable physiological states for bulb formation, and the development of new bulbs in *Ornithogalum* were promoted by the warm temperature.

4. Based on the previous results on garlic, freesia and *Oxalis* and the results mentioned above on *Ornithogalum*, it seems that the acquisition or acceleration of the bulb- and tuber-formation ability by a low temperature treatment is the general characteristic in the bulbous and tuberous crops which produce the bulbs or tubers in early summer, and this phenomenon resembles to vernalization in flower formation.