■ 研究論文

ヤブランとジャノヒゲ（ユリ科ヤブラン亜科）の種子発芽特性

Experimental Studies on the Seed Germination Characteristics of *Liriope platyphylla* and *Ophiopogon japonicus* (Liliaceae—Ophiopogonoideae)

鈴木貢次郎* 近藤 三雄*

Kojiro SUZUKI Mitsuo KONDO

摘要：ユリ科ヤブラン亜科のうちジャノヒゲ属ジャノヒゲとヤブラン属ヤブランの種子発芽特性について諸実験を行った。ジャノヒゲの種子の発芽率は、種皮の色の違いによって異なった。種子の発芽力は乾燥貯蔵によって失われ、低温湿潤貯蔵によって維持された。ヤブランの種子は、種皮を除いた方が高い発芽率を示した。また、採取直後であると暗条件下よりも明条件下の方が若干高い発芽率を示す傾向があった。乾燥貯蔵によって種子の発芽力が失われたが、低温湿潤条件下に貯蔵した場合でも時間の経過とともに発芽率が低下する傾向を示した。発芽適温は、ジャノヒゲで 20～30℃の間、ヤブランで 15～25℃の間にあった。

はじめに

ユリ科植物の多くは、花卉園芸用や農業用作物として栽培されているが、また造園・緑化用としての利用頻度も多い。例えば、ヤブラン亜科のヤブランやジャノヒゲ、シュロソウ亜科のホトトギス、ツルボラン亜科のギボウシやヘメロカリス、ユリ亜科のユリ、クサスギカズラ亜科のオモト等やそれらの近縁種が、主に観賞用として樹冠・林冠下の日陰地、水辺地、海岸や道路斜面等、多様な空間に導入されている。中でも、ヤブラン亜科のヤブランとジャノヒゲは、広範かつ多量に利用されている。またジャノヒゲは、8ヶ月近い長期冠水にも耐えられるほどの耐水性を持っており¹⁾、各種水辺地への導入植栽用として、中でもダム湖などで問題となっている冠水裸地面の緑化用として、応用が望まれる。

このような形での利用の増大をはかるためには、当然効率的な増殖法の確立が必要であって、早くから株分けによる増殖が行われていたジャノヒゲ属のうち、園芸種チャボリユウノヒゲの組織培養法による大量増殖の試み²⁾などはその一例である。しかし、大半のユリ科植物と同じく、ヤブランとジャノヒゲは、従来ほとんど栄養繁殖のみに依存してきた。栄養繁殖による増殖の他には、実生による増殖が経済的にも有効と考えられるが、この両種の種子発芽特性に関する研究は少なく、ヤブラン亜科の種子発芽特性に関する知見としては、ヤブランとジャノヒゲ種子の乾燥で発芽力を失う性質³⁾、ジャノヒゲの種子発芽の温度や光、貯蔵の条件⁴⁾、*Liriope muscari* 種子の発芽におよぼす種皮の影響や種皮に含まれる発芽抑制物質の性質などを報告した例⁵⁾があるのみである。

本稿は、このような実情を踏まえて、特に

ヤブラン亜科のうち、ジャノヒゲ、別名リュウノヒゲ (*Ophiopogon japonicus*) とヤブラン (*Liriope platyphylla*) の2種について、種子の発芽特性を調べたものである。

ジャノヒゲには熟度にかかわらず種皮の色の異なる二つの種子材料があり、ヤブランには採取時の熟度の違いによって種皮の色が異なったので、それぞれの色の違いによる発芽状況を比較した。それに加え、前述のように *Liriope muscari* の種皮に種子の発芽を抑える性質のあることが知られているので³⁾、供試両種についても発芽に対する種皮の影響を調査した。また両種の種子発芽率を向上させる処理方法の一つとしてジベレリン (GA₃) 施用の効果を調べた。

更に、これらの実験の結果に基づいて、貯蔵期間（種子齢）、温度条件および光条件を様々な組み合わせ、それぞれの条件下での発芽率との関係を調べた。また、代表的な材料の発芽曲線を求めた。これは、特に植生（播種）工施用の際などに必要な情報となる発芽速度および最終発芽率に達する日数を確認することを研究目的の一つとしたためである。

1. 材料及び方法

本研究の全ての発芽実験には、0.1℃刻みの温度設定が可能な恒温器（日本医科器械製作所製 LH-200RDSMD 型）を用い、約 9000lux の蛍光灯で1日あたり12時間ずつ照射して器内の温度と光の条件を調節した。この照明条件下で、ガラスシャーレを用いて明条件を、そしてステンレスシャーレ（いずれも径9cm）を用いて暗条件を設定した。発芽床にはろ紙を2枚敷き、実験中は水道水を常に浸るように灌水した。

ジャノヒゲには、熟度に関係なく種皮が紺

色を呈するものと淡青色を呈するものの、種以下の分類階級で異なると思われる二つの種子材料があった。紺色系の種子は、神奈川県横浜市緑区内の山中に自生していた株から1995年12月26日に採取した。一方、淡青色系の種子は、1993年12月28日と1995年12月27日にそれぞれ横浜市緑区内の異なる民家で栽培していた株から採取した。

なお、種子の色の異なるこれら二つのタイプは、採取した場所が異なることはもちろん、淡青色の種子をつけている株は葉の長さが紺色系の種子のものより多少短めであり、また1株から採れる種子の数にも、淡青色系の2、3個に対し、紺色系の5～10個という違いがあった。これらのことから両群は同一種であるが、種以下の分類階級で異なるものと考えられる。

ヤブランの供試種子は、1995年11月9日に東京都千代田区内の公園における栽培株と、同年12月24日に横浜市緑区内の竹林の林床に自生する株からそれぞれ採取した（以降、それぞれ東京産、横浜産とよぶ）。東京産のヤブランの種子には、採取時点で同株からの採取種子の中に、熟度の異なる、種皮が緑色のものと黒色のものが含まれた。

発芽実験では各区ともシャーレ当たり50粒ずつの種子を置床し、発芽能力をもつ種子がすべて発芽を終えたと思えられる時点まで（最大98日間）、週1回の頻度で発芽した種子を数えて、発芽率と平均発芽日数を求めた。平均発芽日数は、7日おきに発芽した数と7日おきの置床後日数（7,14,21,...）との積の総和を発芽総数で割った値で表した。

なお、本実験中に記す種子齢とは、採取直後を0とし、以降の貯蔵期間は、月単位で表した。

*東京農薬大学地域環境科学部

種子齢を経た材料を扱う実験では、貯蔵条件の違いによる発芽率の比較を行う実験で低温乾燥条件下に貯蔵した種子を除き、全種子を低温湿潤（採取した種子をすぐにポリエチレンビニール袋に密封し、5℃の冷蔵庫に入れる）条件下に貯蔵した。

各実験の具体的な内容を、以下の各項に示す。

(1) 種皮の色の異なる材料間の発芽率の比較
(i) ジャノヒゲの種以下の分類階級で異なる材料間の比較

ジャノヒゲの種以下の分類階級で異なる、種皮の色が紺色（1995年に採取）と淡青色（1993年と1995年に採取）との二つの材料間で種子発芽率を比較した。実験は、10℃から30℃まで5℃間隔で温度条件を設定し、それぞれに明・暗条件を3反復ずつ設定した。また、いずれの種子材料についても、採取直後（種子齢0）に実験を行った。

(ii) ヤブランの熟度の異なる種子間の比較

東京産の緑色種子（若い）と黒色種子（成熟）の間で発芽の違いを比較するため、採取直後と約1ヶ月経過後（種子齢1）の2回、20℃、明条件下で3反復の発芽試験を行った。(2) 種皮の除去およびGA₃処理が発芽におよぼす影響

種皮の有無が発芽に与える影響の違いを探索するために、ジャノヒゲとヤブラン両種の一部の種子の種皮を取り除いて発芽率の違いを調べた。ジャノヒゲでは紺色系の種子と1993年に採取した淡青色系の種子を用いた。紺色系の種子を扱った実験では10℃から30℃までの5℃刻みの温度条件で、明暗の光条件を2反復ずつ設定した。淡青色系の種子を扱った実験では20℃の温度条件で明暗の光条件を3反復ずつ設定した。

また、ヤブランは十分に熟した黒色種皮の東京産、横浜産の種子を用い、いずれも20℃、明条件下で3反復ずつ設定した。

さらに、GA₃による発芽促進の効果を調べるために、ジャノヒゲとヤブランの両種子をGA₃水溶液に浸漬処理した。ジャノヒゲは紺色系と淡青色系（1993年採取）の両方の種子を実験に供した。このうち、淡青色系の種子は、種皮を除いたものと除かないものを扱った。いずれも、20℃、明・暗条件下でGA₃処理を行った。

また、Faganら³⁾によると、*Liriope muscari*の種皮には発芽抑制物質が含まれていることがわかっている。本実験で扱ったヤブラン(*Liriope platyphylla*)も同属であることから、種皮によって発芽が抑制されることがあらかじめ予想されたので、ヤブランでは種皮を除いて20℃、明条件下でGA₃処理を行った。供試種子は、1995年に東京と横浜で採取した十分に熟している黒色種皮のものを用い

た。

GA₃処理の実験では、ジャノヒゲとヤブランのいずれの場合も採取直後に実験を行い、すべて3反復設定した。GA₃水溶液は、500mlの水道水にGA₃粉末50mgを攪拌して溶かし、種子を置床した際にろ紙にしみこませた。実験開始後は、シャーレ内が乾かないように水道水を同量ずつ灌水した。

(3) 貯蔵条件による発芽率の比較

ジャノヒゲとヤブランの種子は乾燥によって生命力を失うといわれているので⁷⁾、このことを確認するために貯蔵（特に湿度）条件を変えた実験を行った。低温湿潤条件と低温乾燥条件を設けて種子を一定期間（ジャノヒゲ種子は1ヶ月間、ヤブラン種子は4ヶ月間）貯蔵した後に発芽率を比較した。低温湿潤条件の種子はポリエチレンビニール製の袋に密封し（湿度約80%）、低温乾燥条件の種子はシリカゲルの入ったデシケーターに収めて（湿度約30%）、いずれも5℃暗状態の冷蔵庫に保存した。

ジャノヒゲの実験には淡青色系（1993年に採取）と紺色系の種子を、またヤブランの実験には横浜で採取した黒色種皮の十分に熟した種子を、それぞれ用いた。

種子を貯蔵する際には、ジャノヒゲ、ヤブランとも種皮をつけたままにした。発芽試験の際には、ジャノヒゲは種皮をつけたままで行った。ヤブランはFaganら³⁾の実験結果から、前項と同じく種皮には発芽抑制物質が含まれることを予測し、種皮を除いて発芽実験を行った。各貯蔵条件から取り出した種子をジャノヒゲは25℃、ヤブランは20℃の明条件下の実験に供した。実験区はいずれも3反復設定した。

(4) 貯蔵期間（種子齢）、発芽温度、光条件と発芽率との関係

上記までの各実験によって、両種の種子の種以下の分類階級での違いや熟度の違い、あるいは種皮の有無が発芽に及ぼす影響を明らかにした。また種子の最適貯蔵条件も確認した。

その後引き続き種子発芽におよぼす温度および明・暗の光条件の影響を明らかにするための実験を行った。温度条件は、10℃から30℃までの5℃間隔の5段階に設定した。光条件は、明・暗の2通りとした。そして、温度条件と光条件の両者を組み合わせた2回反復の実験区を設定した。結果は、各種子齢ごとで温度と光の2因子の分散分析を行った。実験期間は、採取直後から貯蔵期間1ヶ月刻みでジャノヒゲは5ヶ月間、ヤブランの東京産は5ヶ月間、横浜産は8ヶ月間行った。

貯蔵条件は、前項(3)の結果を参考にし、ジャノヒゲ、ヤブランの両種子とも種皮をつけたまま、低温湿潤条件下（ポリエチレ

ンビニール製の袋に密封し5℃の暗状態）の冷蔵庫に保存した。

特にジャノヒゲの種子のうち、紺色系のものは、1995年12月に採取した直後の発芽試験で低い発芽率を示した。これは、ヤブランの種子が種皮によって発芽を抑制されるというFaganら²⁾の報告から、同亜科であるジャノヒゲも種皮による発芽抑制が原因の一つであると考えた。そこで、本実験では、この紺色系の種子の種皮を取り除いたものを実験に供した。

ヤブランは、前項(3)と同じく、十分に熟した黒色種皮の種子を用い、種皮を取り除いて実験に供した。

2. 結果

本実験において発芽数を数えるための調査期間を確認するため、また植生播種工への利用のためには、種子を置床してからの発芽開始日や終了日等の発芽状況（発芽習性）を把握する必要がある。そこで、本実験の結果の一部から発芽曲線（種子の置床後の日数と発芽率の関係）を示した。

ジャノヒゲについては、後述する、(1)種子の色の異なる材料間の発芽率の比較に関する結果で、1995年に採取した淡青色系種子が各温度において高い発芽率を示した。そこで、その種子材料の明条件下における種皮付きのままの発芽曲線を示した（図1）。最も発芽率の高かった30℃区で、置床後約4週目に発芽を始め、11週目でほぼ最大値に達した。一方、辛うじて発芽することのできた15℃区で10～11週にして漸く発芽を始め、13週目（91日目）には最大値に達した。

ヤブランについては、種子材料の違いによる発芽曲線の違いは小さかった。そこで、本結果では、(4)貯蔵期間（種子齢）、温度、光条件と発芽率の関係に関する結果の横浜産種子の明条件下、採取直後の発芽曲線を示した（図2）。

最も高い発芽率を示した20℃区で、置床後約5週目から発芽を始め、概ね9週目で発芽率が増加しなくなった。発芽率の最も低かった15℃区では明・暗条件ともに5、6週目から発芽が始まり、13週目（91日目）で最大値に達した。

(1) 種子の色の異なる材料間の発芽率の比較
(i) ジャノヒゲの種以下の分類階級で異なる材料間の比較

紺色系種子の発芽率は、最高でも25℃で25%程度だったのに対して、淡青色系種子は、1993年採取のものが、20～25℃の間で40～60%、1995年採取のものが、20～30℃の間で100%に達することがあった（図3）。また、淡青色系の種子は紺色系に比べて平均発芽日数が短かった（図4）。

(ii) ヤブランの熟度の異なる種子間の比較
種皮が緑色の種子と黒色に熟した種子の間では、種子齢に関わらず発芽率はほとんど差がなかった(図5)。平均発芽日数は、種子齢0(採取直後)の実験で緑色種皮の種子が黒色種皮の種子に比べて長くなったが、種子齢1の実験では差が小さかった(図6)。
(2) 種皮の除去および GA₃処理が発芽におよぼす影響
(i) ジャノヒゲ

紺色系の種子は、30℃の明条件を除き、種皮をつけたままの方が種皮を除いた場合よりも高い発芽率を示した(図7)。一方、平均発芽日数は、種皮を除去した方がある場合よりも短くなった(図8)。また、20℃のみでの結果であるが、GA₃浸漬処理を行った場合、

明・暗のいずれの光条件でも顕著に発芽率が高まったり平均発芽日数が短くなる傾向は認められなかった(図7, 8)。

同様に、淡青色系のジャノヒゲ種子も、種皮をつけたままの方が除いたものよりも発芽率が高くなり(図9)、平均発芽日数は種皮を除いた方がつけたままのものよりも短くなった(図10)。

また、GA₃処理では、平均発芽日数が短くなった他は、発芽率に一定方向の顕著な傾向を示さなかった(図9, 10)。
(ii) ヤブラン

ヤブランは、種皮をつけたままの場合、明暗の光条件や採取した場所に関わりなく著しく発芽に時間がかかり、発芽率も低かった。一方、種皮を除去することによって著しく発

芽率が上昇した(危険率1%以下で有意, 図11)。種皮を除去した時の平均発芽日数は、東京産で著しく短くなったが、横浜産はあまり変わらなかった(図12)。

さらに種皮を取り除いて GA₃浸漬処理を加えた場合と種皮を除去したのみの場合とでは、発芽率および平均発芽日数の差はほとんど認められなかった(図11, 12)。

(3) 貯蔵条件による発芽率の比較

(i) ジャノヒゲ

淡青色系、紺色系いずれの種子材料も、低温湿潤条件下で約1ヶ月間保存した場合には発芽が認められたが、乾燥条件下で保存すると、1ヶ月後には全く発芽が認められなくなった(図13)。

Fig.1 Relations between number of weeks after sowing and germination rate on the germination of *Ophiopogon japonicus* seeds.

図-1 ジャノヒゲの種子発芽における置床後の週数と発芽率の関係

Fig.2 Relations between number of weeks after sowing and germination rate on the germination of *Liriope platyphylla* seeds.

図-2 ヤブランの種子発芽における置床後の週数と発芽率の関係

Fig.3 Germination rate of two strains of *Ophiopogon japonicus* characterized by the seed colors of seed testa under the condition of different temperatures and light conditions.

図-3 種皮色を異にするジャノヒゲ2タイプの種子の異なる温度・光条件下の発芽率

Fig.4 Mean germinating days of two strains of *Ophiopogon japonicus* characterized by the seed colors of seed testa under the condition of different temperatures and light conditions.

図-4 ジャノヒゲ2タイプの種子の異なる温度・光条件下の平均発芽日数

N.B.: The seed lots used were collected on 9, Nov. '95 in Tokyo.
Germination test were done at 20°C and light conditions without testa.
All data shows average of 3 replications of germination rate at 98 days after sowing.

Fig.5 Germination rate of *Liriope platyphylla* seeds under two stages of maturity (green and black testa).

図-5 ヤブランの熟度(緑色と黒色種皮)の異なる種子の発芽率

N.B.: All data shows average of 3 replications of germination rate at 98 days after sowing.
The germination test was done just after the seed harvest.
The seed lots used were collected on 28, Dec '95 in Yokohama.

Fig.7 Effect of removal of testa and GA₃ treatment on the germination rate of *Ophiopogon japonicus* seeds, by strain of seeds with dark blue testa.

図-7 種皮の除去と GA₃処理がジャノヒゲ種子(紺色系)の発芽率におよぼす影響

N.B.: All data shows average of 3 replications of germination rate at 98 days after sowing.
The seed lots used were collected on 28, Dec. '93 in Yokohama.
The germination test was done just after the seed harvest under the condition of 20°C.

Fig.9 Effect of removal of testa and GA₃ treatment on the germination rate of *Ophiopogon japonicus* seeds, by strain of seeds with light blue testa.

図-9 種皮の除去と GA₃処理がジャノヒゲ種子(淡青色系)の発芽率におよぼす影響

N.B.: Symbols, materials and methods are the same as those of Fig.5.

Mean germinating days is given by $\sum(fx)/\sum f$.

[f: Each number of germination at intervals of 7 days., x: Number of days after sowing at intervals of 7 days(7,14,21,...)]

Fig.6 Mean germination days of *Liriope platyphylla* seeds under two stages of maturity (green and black testa).

図-6 ヤブランの熟度(緑色と黒色種皮)の異なる種子の平均発芽日数

N.B.: Symbols, materials and methods are the same as those of Fig.7.

There was no data under testa removed, GA₃ treated and dark conditions as the seed lots could not germinate.

Mean germinating days is given by $\sum(fx)/\sum f$. [f: Each number of germination at intervals of 7 days., x: Number of days after sowing at intervals of 7days(7,14,21,...)]

Fig.8 Effect of removal of testa and GA₃ treatment on the mean germinating days of *Ophiopogon japonicus* seeds, by strain of seeds with light blue testa.

図-8 種皮の除去と GA₃処理がジャノヒゲ種子(紺色系)の平均発芽日数におよぼす影響

N.B.: Symbols, materials and methods are the same as those of Fig. 9

Mean germinating days is given by $\sum(fx)/\sum f$. [f: Each number of germination at intervals of 7 days., x: Number of days after sowing at intervals of 7days(7,14,21,...)]

Fig.10 Effect of removal of testa and GA₃ treatment on the mean germinating days of *Ophiopogon japonicus* seeds, by strain of seeds with light blue testa.

図-10 種皮の除去と GA₃処理がジャノヒゲ種子(淡青色系)の平均発芽日数におよぼす影響

(ii) ヤブラン

低温湿潤条件下で保存すると4ヶ月後でも採取直後とほぼ同じ発芽率を示すが、乾燥条件下で保存すると1ヶ月後にはほとんど発芽なくなり、4ヶ月で完全に発芽力を失っていた(図14)。

なお、ジャノヒゲ、ヤブランの種子とも、異なる貯蔵条件下によって発芽率の違いがはっきりと現れたので、平均発芽日数の結果については図13、14に補足的に図示した。種子齢を経た時の平均発芽日数が、採取直後の時に比べて短くなったのは、ヤブランの種子を

低温湿潤条件下に貯蔵した時だけであった。ジャノヒゲの種子齢を経た時の平均発芽日数は、低温湿潤条件下に貯蔵しても、採取直後と同程度か、かえって長くなった。

(4) 貯蔵期間(種子齢)、発芽温度、光条件と発芽率との関係

(i) ジャノヒゲ

本種は、温度条件と種子齢によって発芽率にばらつきがみられた(図15)。まず温度条件で比べると、いずれの明・暗条件下でも10℃ではいずれの種子齢でも全く発芽が認められなかった。15℃でも種子齢1の発芽率

10%を除いてほとんど発芽が認められなかった。20℃以上の温度条件になると、種子齢によって多少のばらつきはあるが、前二者に比べると種子齢8に至るまで10~20%台の発芽率を維持していた。

これに対応するように、平均発芽日数も15℃ではどの種子齢も70~100と長くなるが、20~30℃の実験では、20℃の値が25℃と30℃に比べて多少長めではあるがほぼ20~40の範囲内にあった(図16)。

さらに、前項(1)にみたように(図3)、1993、1995両年に採取した淡青色系の種子は

N.B.: All data shows average of 3 replications of germination rate at 98 days after sowing. The germination test was set under 20°C and light conditions. A significant difference is found between the experiment with testa and that of testa removed by F-test at the level of $P < 0.01$. The germination test was done just after the seed harvest.

*: The germination test was not set.
 ■ With testa, light condition
 ■ With testa, dark condition
 □ Testa removed, light condition
 ■ Testa removed, GA₃ treatment, light condition
 □ Testa removed, dark condition

Fig.11 Effect of removal of testa and GA₃ treatment on the germination rate of *Liriope platyphylla* seeds.

図-11 種皮の除去と GA₃ 処理がヤブラン種子の発芽率におよぼす影響

N.B.: Symbols, materials and methods are the same as those of Fig.11. Mean germinating days is given by $\sum(fx)/\sum f$. [f: Each number of germination at intervals of 7 days. x: Number of days after sowing at intervals of 7 days(7,14,21,...)].

Fig.12 Effect of removal of testa and GA₃ treatment on the mean germination days of *Liriope platyphylla* seeds.

図-12 種皮の除去と GA₃ 処理がヤブラン種子の平均発芽日数におよぼす影響

N.B.: All data shows average of 3 replications of germination rate at 98 days after sowing. The seed lots used were corrected in Yokohama and lots in 5°C. Germination test were done under the 25°C and light conditions, with testa. The number on a graph shows mean germinating days. Mean germinating days is given by $\sum(fx)/\sum f$. [f: Each number of germination at intervals of 7 days. x: Number of days after sowing at intervals of 7 days(7,14,21,...)].
 —●— Wet storage —○— Dry storage
 ● Strain of light blue testa, harvested on 28. Dec. '93
 ■ Strain of dark blue testa, harvested on 26. Dec. '95

Fig.13 Germination rate of *Ophiopogon japonicus* seeds stored under different conditions.

図-13 貯蔵条件の異なるジャノヒゲ種子の発芽率

N.B.: All data shows average of 3 replications of germination rate at 98 days after sowing. All seed lots used were corrected on 24. Dec. '95 in Yokohama and lots in 5°C. Germination test were done under 20°C and light conditions, removed testa. The number on a graph shows mean germinating days. Mean germinating days is given by $\sum(fx)/\sum f$. [f: Each number of germination at intervals of 7 days. x: Number of days after sowing at intervals of 7 days(7,14,21,...)].

Fig.14 Germination rate of *Liriope platyphylla* seeds stored under different conditions.

図-14 貯蔵条件の異なるヤブラン種子の発芽率

いずれも、採取直後1回のみの実験結果であるが、10℃では全く発芽せず、15℃でも20～30℃に比べて発芽率は劣っていた。また、平均発芽日数も、15℃では20～30℃より長くなる傾向がみられた(図4)。つまり、ジャノヒゲ種子は、種皮色の違いによって発芽率の値は異なるが、いずれも20～30℃の間に発芽適温をもつと考えられた。

同様に図15で、光条件と発芽との関係を見ると、種子齢3と4辺りを境に明・暗条件での発芽率の値が入れ替わる傾向が認められたが、その差は大きくても10%程度であった。

なお、前述のように、採取直後に種皮をつ

けたまま行った実験の結果では(図3)、1995年採取の紺色系の種子にも、また、1993、1995両年採取の淡青色系の種子にも、1995年採取の淡青色系の種子の30℃を除いて各温度区で明・暗条件の発芽率の差は小さかった。いずれの種子、温度条件でも明暗条件下で比較した発芽率の差は、10%水準でも有意差が認められなかった。

(ii)ヤブラン

本種の場合、東京、横浜いずれの産地の種子も、種子齢2または3まではほぼ同じ水準の発芽率を維持するが、それ以降は次第に低下する傾向がみられた(図17,18)。

発芽率と温度条件との関係を見ると、東京

産の種子は、いずれの明・暗条件下でも、種子齢2、3までは20℃で最も発芽率が高く、若干順位は乱れるものの、ほぼ15℃、25℃、30℃の順に低くなった。種子齢4、5では、20℃に続き25℃の発芽率が高くなるか、同じになる傾向を示した(図17)。なお、採取直後の20℃以外の温度区では、前述のように種皮をつけたまま実験を行ったためほとんど発芽が認められず図示されていない。一方、横浜産の種子は、明暗それぞれの光条件下で、採取直後は20℃が最も高く、15℃がこれに次ぎ、続いて25℃、30℃、10℃の順に低くなった。東京産の種子齢1、2と横浜産の種子齢0、1とでは、20℃の発芽率が最も高いこと

Fig.15 Germination rate of *Ophiopogon japonicus* seeds stored during different periods (seed age), under different conditions of temperature and light conditions.

図-15 貯蔵期間(種子齢)の異なるジャノヒゲ種子の各種温度・光条件下における発芽率

Fig.16 Mean germinating days of *Ophiopogon japonicus* seeds stored during different periods (seed age), under different conditions of temperature and light conditions.

図-16 貯蔵期間(種子齢)の異なるジャノヒゲ種子の各種温度・光条件下における平均発芽日数

Fig.17 Germination rate of *Liriope platyphylla* (harvested in Tokyo) seed stored during different periods (seed age), under different conditions of temperature and light conditions.

図-17 貯蔵期間(種子齢)の異なるヤブラン種子(東京産)の各種温度・光条件下における発芽率

Fig.18 Germination rate of *Liriope platyphylla* (harvested in Yokohama) seed stored during different periods (seed age), under different conditions of temperature and light conditions.

図-18 貯蔵期間(種子齢)の異なるヤブラン種子(横浜産)の各種温度・光条件下における発芽率

Fig.19 Mean germinating days of *Liriope platyphylla* (harvested in Tokyo) seed stored during different periods (seed age), under different conditions of temperature and light conditions.

図-19 貯蔵期間の異なるヤブラン種子（東京産）の各種温度・光条件下における平均発芽日数

が同じで 15℃に代わって 25℃が次の位置を占める（図 17,18）。つまり、東京、横浜産いずれの種子も 15～25℃の間に比べて 10℃と 30℃で、発芽率が低くなる傾向を有する。そして、20℃を最高に、採取直後は 15℃の方が高めであるが、採取後しばらくするとこれより 25℃の方が高くなった。平均発芽日数には高温区（20～30℃の間）の方が短くなる傾向がみられた（図 19,20）。

次にヤブラン種子の発芽と光条件との関係を見ると、東京産種子の場合、種子齢 1, 2 までは 10℃区および 15℃区で、明・暗両条件区の発芽率がほとんど同じであるが、20, 25, 30℃の各区では明条件区の方が暗条件区より高い発芽率を示した（危険率 10%で有意）。種子齢 3 以降は、30℃・明条件区の発芽率が暗条件区よりも高い値を示した他は、種子齢及び温度区によって明・暗条件の発芽率の違いが一定せず、明確な傾向を示さなかった（図 17）。横浜産種子の場合も、採取直後に（10℃を除く）各温度区で明条件区の発芽率が少し高くなっているが、種子齢 1 以降になると順位と差が変動し、はっきりとした傾向は見出されなかった（図 18）。

東京、横浜で採取されたヤブランの種子は、いずれも採取後しばらくは、高温（20～30℃の間）区で明条件下の発芽率が暗条件下より高くなる傾向を示し、その後種子齢が高くなるに従って明条件下での発芽率が低下し、同時に明・暗両条件の間の発芽率の差も見られなくなった。

なお、ヤブラン種子の発芽と光条件との関係に関する平均発芽日数の結果については、一定の傾向が認められなかった（図 19,20）。

3. 考 察

一部の実験の発芽率の結果から、発芽に必

要な情報となる発芽速度をもとめるためジャノヒゲ、ヤブラン両種とも代表的な材料を用いて発芽曲線（種子の置床後の日数と発芽率の関係）を描いた。その結果、両種とも置床後 4 週間日から発芽をはじめ、11～12 週間目まで発芽を続けることがわかった。

そして、今回の実験によって同じヤブラン亜科でも、ヤブランとジャノヒゲとでは、種子の発芽特性、特に発芽に対する種皮の除去の影響、貯蔵条件、貯蔵期間（種子齢）ならびに温度および光の条件と発芽率との関係が異なることがわかった。

まず、ジャノヒゲでは、種皮の色によって紺色系と淡青色系に分けられたが、淡青色系の種子は、紺色系の種子より高い発芽率を示した。淡青色系の種子は栽培株から、紺色系の種子は山中の自生株から採取したものである。また、淡青色系の中でも採取年によって若干発芽率が異なっていた。ここに見られた発芽率の差は、自生株と栽培品種との違い、あるいは年によって採取した場所が異なったために生じた集団間の違い、色に現れない程度の熟度の違い、採取年の気候の違い等の理由によるものと考えられる。

一方、ヤブランには採取時点で熟度の異なる緑色種皮の種子（若い）と黒色種皮の種子（成熟）がみられた。両者の発芽率には差が認められなかったが、平均発芽日数は黒色種子の方で短くなり、これには熟度が影響していると考えられた。

更にジャノヒゲでは、種皮を保持する方が除去した場合より高い発芽率を示した。これは、ジャノヒゲの種子の種皮を除いた時に、特にカビの発生が多かったことが、原因の一つと考えられた。おそらくこのカビが胚乳に何らかの障害を起こし、発芽率の低下を招いたと考えられる。

Fig.20 Mean germinating days of *Liriope platyphylla* (harvested in Yokohama) seed stored during different periods (seed age), under different conditions of temperature and light conditions.

図-20 貯蔵期間の異なるヤブラン種子（横浜産）の各種温度・光条件下における平均発芽日数

また、ヤブランでは、種皮がついたままであると明・暗のいずれの条件下でもほとんど発芽せず、種皮を除去することによって著しく発芽率が上昇した。似たような現象として、*Hancornia speciosa* (Apocynaceae) の果肉^{6,11,13)}や、*Citrus limon*の種皮を除去すると⁵⁾、それぞれの発芽率が向上することが知られている。また、*Liriope muscari*の種皮にはフェノール系の発芽抑制物質が含まれているという³⁾。おそらく同じ属であるヤブランの種皮にも類似の発芽抑制物質が含まれていると思われる。

なお、東京産のヤブランは、種皮を除去すると平均発芽日数が著しく短くなったが、横浜産についてはほとんど同じであった。これは、横浜産の種子を採取したのが、東京産の種子を採取したのに比べて約 2 ヶ月遅かったため熟度がすすんでいたという理由が考えられる。

種子の発芽促進法として行った GA₃処理の効果は、ジャノヒゲ、ヤブランの両種とも認められなかった。

種子の貯蔵方法に関しては、早くに中島⁷⁾が推測したように、ジャノヒゲ、ヤブランとも乾燥条件下に保存した場合には種子の発芽力が失われたが、低温湿潤保存によって発芽力を維持することができた。特にジャノヒゲ種子の貯蔵条件については、乾燥によって急激に発芽力を低下させる一方 4℃の湿潤条件下で貯蔵すると少なくとも 3 ヶ月間は発芽力を維持することを下村ら¹⁰⁾も明らかにしている。本実験の結果と貯蔵期間が異なるものの、乾燥によって発芽力を失うことでは一致した。

なお、同じ条件下で乾燥貯蔵しても、ジャノヒゲの種子は 1 ヶ月で全く発芽力を失ったのに対し、ヤブランの種子は 1 ヶ月後でも僅かながら発芽するものがあったという違いが

みられた。

Faganら²⁾は、*Liriope muscari*種子を5℃、乾燥条件下で120日間貯蔵した後に種々の実験に供し、高い発芽率を得た。しかし、今回の研究でヤブラン (*Liriope platyphylla*) は、Faganら²⁾が行ったのと同じ貯蔵の温度と水分(湿度)条件で約120日後に発芽力を失うという点で*Liriope muscari*種子と異なる性質を示すことがわかった。今後、これらの種の違いや種子の貯蔵条件に対する反応等を詳しく探る必要がある。

上記の基礎的な諸実験の結果を受けて、採取後直ちに種子をポリエチレンビニール袋に密封し5℃で湿潤保存して、両種の種子の貯蔵期間(種子齢)と発芽率との関係を調べた。それによると、ジャノヒゲは、若干のばらつきを示しているが採取時から8ヶ月後まで種子の発芽率をあまり低下させることはなかった。しかし、ヤブランでは3、4ヶ月後から徐々に低下させる傾向がみられた。ヤブランの種子が乾燥条件下で生命力を失うことは上で述べた。これらのことを考え併せると、ヤブランの種子は、湿潤、乾燥のいずれの保存条件でも生命力の短いものであると考えられる。

種子発芽に適する温度範囲は、ジャノヒゲでは10℃と15℃ではほとんど発芽せず、20～30℃の間であった。ジャノヒゲ種子の発芽温度については、下村ら¹⁰⁾も同様の実験を行っている。その結果によると、10℃では発芽せ

ず20～25℃で最も発芽率が良好であったと述べている。特に30℃の発芽の低下についてはカビの発生によるものと述べている。本実験でも、特に紺色系種子のジャノヒゲの種皮を除いた種子には、高温(25～30℃)になる程カビの発生がみられた。カビの発生に対する処理方法は今後の課題ともなるが、いずれにしても本実験では20～30℃でよく発芽したことや、下村ら¹²⁾のカビの影響による30℃の発芽率の低下という結果から吟味すると、ジャノヒゲの種子は、低温(10～15℃)よりも高温(20～30℃)でよく発芽すると考えられる。

また、ヤブランでは採取直後であると15～20℃の間、数ヶ月を経ると20～25℃の間というように、20℃を最適温度として15～25℃の間に見出された。つまり、ジャノヒゲの方がヤブランよりも発芽適温の範囲が高い方にあるといえる。ジャノヒゲとヤブランの分布域は、本州から沖縄となっておりほとんど違いないようである。しかし、ジャノヒゲと同属のノシラン(*Ophiopogon jaburan*)が、四国、山陰、九州以西の比較的気温の高い場所に多く分布する¹⁾ことから推測すると、ジャノヒゲの方がヤブランよりも発芽適温の範囲が高い方にあることを示唆できると思われる。

発芽と光条件との関係を探る実験では、ジャノヒゲの種子は、紺色系の種子から種皮を除いた実験区のみ結果であるが、明・暗いずれの条件下でも発芽に違いを示さなかった。

また、採取直後の実験で、種皮が保持される場合、有意差は認められないが、全ての温度区で暗条件の方が明条件よりも発芽率が高かった。ゴボウ⁸⁾、タデ⁹⁾、イチゴ¹⁰⁾等では、果皮あるいは種皮を除去して胚部分のみを裸出させると光感性(発芽におよぼす光の影響)を失うという例が知られているが、同様にジャノヒゲの場合も種皮が光感性和何らかの関係の有すると推測される。

なお、ジャノヒゲの淡青色系の種子が、種皮をつけたままの状態であると温度区によって明・暗両条件下の発芽率を逆転させて、紺色系の種子とは異なる結果を示したのは、種以下の分類階級を異にする材料間で光感性が異なることを示唆するといえる。いずれにしても、本実験では推測の域を出ず、今後さらに究明する必要がある。

ヤブランでは、採取時における明条件下の発芽率が暗条件下より高くなる実験区が多かったが、時間を経るにつれて明条件下での発芽率が低下し、次第にその傾向が少なくなった。

本研究は東京農業大学地域環境科学研究所プロジェクト研究(一般)助成費による研究成果の一部である。

本論文をまとめるにあたり、東京農業大学地域環境科学部 濱谷聡夫教授、元東京農業大学農学部 中村俊一郎教授にご指導を頂きました。ここに厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 陳俊仁, 鈴木貢次郎, 高橋新平, 近藤三雄(1997): 水中における冠水時間と光合成有効放射が植物の生育に及ぼす影響: 日本緑化工学会誌 22(4), 228-235
- 2) Fagan, A.E., Dirr, M.A. & Pokorny, F.A. (1981): Effects of depulping, stratification, and growth regulators on seed germination of *Liriope muscari*. : HortSci. 16(2), 208-209
- 3) Fagan, A.E., Dirr, M.A. & Pokorny, F.A. (1982): Investigation of anthocyanic pigments and substances inhibitory to seed germination in the Fruit Pulp of *Liriope muscari*. : J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(3), 468-476
- 4) Horikawa, Y. (1972) Atlas of the Japanese Flora : Gakken, pp. 433
- 5) King, M.W. & Roberts, E.H. (1980):

- The desiccation response of seeds of *Citrus limon* L., : Ann. Bot. 45, 489-492
- 6) Ledoux, P. (1968): Estudos sobre *Hancornia speciosa* Gom. (mangabeira) na regio equatorial amaznic-a. : Ciência & Cultura 20, 504-505
 - 7) 中島庸三(1919): 乾燥ニ耐ヘザル種子: 植物雑誌 391, 169-172
 - 8) 中村俊一郎(1954): ゴボウ種子の発芽に関する研究(第1報): 園芸学会雑誌 23(1), 43-47
 - 9) 中村俊一郎(1970): タデ種子の発芽: 山口大学農学部学術報告 21, 73-83
 - 10) 中村俊一郎(1972): イチゴ種子の発芽: 園芸学会雑誌 41(4), 367-375
 - 11) Parente, T.V. and Machado, J.W.B. (1986): Germinação de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa*)

- provenientes de frutos colhidos com diferentes graus de maturação. : Revista Brasileira de Fruticultura 8, 39-43
- 12) 下村孝, 近藤哲也, 深井誠一(1997): リュウノヒゲ種子の発芽条件と貯蔵方法: 平成9年度造園学会関西支部大会要旨集, 9-10
 - 13) Tavares, S. (1960): Estudos sobre a germinação de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gom.): Arquivos do Instituto de Pesquisas Agrônomo, icas, Recife 5, 193-222
 - 14) 養父志乃夫, 石川格, 大曾根兼一, 田中繁男, 荻野徹, 河村止(1991): 植物組織培養法によるチャボリュウノヒゲの大量増殖に関する研究: 造園雑誌 54(5), 114-119
- (1997.11.8 受付, 1998.9.12 受理)

Summary : Several experiments on the seed germination of two liliaceous (Ophiopogonoideae) species, *Ophiopogon japonicus*, *Liriope platyphylla* represented us some new and interesting facts about its characteristics, as follows: (1) Between two types of *Ophiopogon japonicus* with seeds characterized by colors of testa, the type of seeds with light blue testa represented much higher germination rate than those with dark blue testa; (2) The seeds of *Liriope platyphylla* changed the color of their testa from green to black according to maturity. But any difference of germination rate was not found between two groups of seed lots with each of these

colors ; (3)The seed lots of *Liriope platyphylla* heightened substantially their germination rate from nearly null up about 50% when their testa was removed ; (4)Steeping into gibberellic acid (GA₃) solution could not effectively break the dormancy of the seeds of both species ; (5)The seeds with dark blue testa of *Ophiopogon japonicus* did not change their germinability under the influence of light condition and testa removed ; (6)The seed lots of both species could not germinate at all when stored under dry condition for either period of one month or four months ; (7) When stored under wet condition, the seed lots of *Liriope platyphylla* began to reduce the germinability in three or four months after the harvest, while those of *Ophiopogon japonicus* kept the initial germinability even in eight months ; (8)The germination rate of *Liriope platyphylla* just after the harvest was higher under the light condition than under the dark ; (9)The optimum temperature for seed germination ranged from 20 to 30°C in *Ophiopogon japonicus* and from 15 to 30°C in *Liriope platyphylla*.

日本造園学会関東支部緑化部会見学会 「千葉県立中央博物館生態園における生き物空間の管理」

緑化部会は生き物空間の具体的管理技術というテーマで活動しています。今回は千葉県立中央博物館の協力を得て、生態園の生き物空間としての管理について、生態園に関わっておられる学芸員の方の案内で見学し、生き物空間の管理技術の確立という観点から討論します。

■場 所：千葉県立中央博物館（千葉市中央区青葉町 955-2 ☎043-265-3111）

■交 通：電車・バスの場合 JR／京成 千葉駅 7 番バス乗り場からバスで中央博物館下車徒歩約 7 分
京成千原線千葉寺駅から徒歩約 15 分

自動車の場合 京葉道路松が丘インターチェンジから約 5 分（青葉の森公園北口駐車場を利用 一日 500 円）

■日 時：1999 年 2 月 27 日（土）13～16 時

■集 合：千葉県立中央博物館本館 1 階講堂

■申 込：日本大学生物資源科学部造園学研究室に原則としてファックスで申し込んで下さい。

☎ 0466-84-3628

■参考書：中村俊彦・長谷川雅美「都市につくる自然－生態園の自然復元と管理運営」信山社

■その他：午前中に博物館の見学をされることをお勧めします（開館時間 午前 9 時～午後 4 時 30 分）。

博物館内には軽食喫茶があり、周辺にはファミリーレストランなどもあります。