

1. はじめに

近年、ヒガンバナ (*Lycoris radiata* Herb.) は、開花情報などがマスコミ上で賑わっているなど、社会的に関心の高い植物種のひとつになっている。本種の開花に関する情報を得ることで、温暖化やヒートアイランドなどが身近な自然環境や景観に及ぼす影響を早い段階から把握することに役立つ可能性がある。同時に、温暖化によってどのような変化が生じるのかを知る上では、種ごとの影響について把握することも求められる。本種の種特性に関連する既往研究の結果から、猛暑の年に開花が早まる傾向があることや¹⁾、恒温条件下における花芽の発育段階の適温が明らかになっている^{2,3)}。しかし、変動する気温条件下での開花温度特性について検討した研究は筆者が検索した中では見当たらなかった。そこで、本研究では、野外のヒガンバナの開花温度特性について検討することを目的とした。まず、ヒガンバナの開花と環境要因との関連性について検討するため、気象データを用いた解析を行った。その結果、開花時期は緯度や開花時期の気温だけでは決まらず、夏期の高温が開花時期を早めた可能性を示す結果を得た⁹⁾。しかし、データの信頼性に課題が残ったため実証する必要がある。そこで、夏期に温暖化条件下で育成実験を行った。さらに、当実験で得られた結果について考察を深めるため、局所的な高温および低温条件下でも育成実験を行った。そして、夏期の気温上昇がヒガンバナの開花に及ぼす影響について検討した。

2. 夏期に温暖化条件下で育成した実験

2.1. 材料および方法

和歌山大学システム工学部屋上に設置した自然採光型人工気象室を用いて実験を行った。人工気象室の設定温度は、常に野外の気温と同じ条件 ($\pm 0^{\circ}\text{C}$ 区)、常に野外の気温より、それぞれ 1°C 、 2°C 、 3°C 高い条件 ($+1^{\circ}\text{C}$ 区、 $+2^{\circ}\text{C}$ 区、 $+3^{\circ}\text{C}$ 区) の4種類とした。実験には、同一条件下で掘り上げられた鱗茎を用いた。これを赤玉土と腐葉土とピートモスを容積比で 7:2:1 の割合に混合した実験用土と共に、ビニルポットに植え付けた。その後、人工気象室に搬入するまで屋外で管理した。そして、6月6日に、上述した4処理区に9個体ずつ搬入して実験を開始し、以後5回に分けて上記の4つの加温処理区にそれぞれ搬入し、加温処理を開始した。供試植物の観察は、処理後、3~4日おきに実施し、花茎が地上部に出現し始めた2005年8月23日からは、3日間に1回以上の頻度で開花している個体数を記録した。花序の形態変化を調べるため、満開になった段階で、すべての個体の花茎長と小花の数を測定した。

2.2. 結果および考察

図-1 に夏期の高温が開花時期の気温に及ぼす影響について示

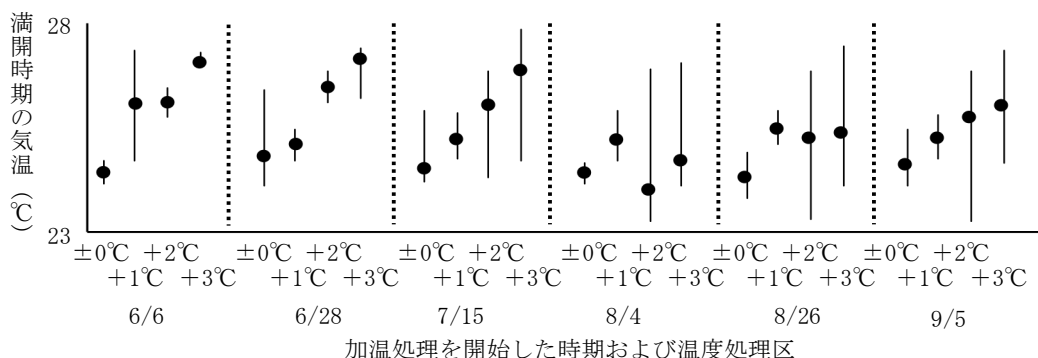


図-1 加温処理を開始した時期別にみた満開を確認した時の気温
図中の点は各処理区の平均値を示している。縦線はデータのばらつきを表すため、最大値と最小値の幅を示している。

した。これによると、夏期の早い時期から平均気温が上昇した条件におかれた個体は、秋口の開花期に高温条件下で開花する傾向が認められた。さらに、7月15日以前に加温処理を開始した処理区と、8月4日以降に加温処理を開始した処理区を比較すると、7月15日までは $\pm 0^{\circ}\text{C}$ 区と比較して開花時期の気温が高かった個体が増加するが、8月4日以降は対象区と比較して、開花時期の気温に変化のない個体が多かった。開花した時の気温を温度条件別にみると、 $+1^{\circ}\text{C}$ 区では6月6日に加温処理を開始した処理区で対象区と比較して開花時期の気温が高かった個体が初めて認められた。 2°C 以上の加温区では高温条件下で開花した個体数がさらに増加した。しかし、 2°C 以上の加温処理区では、8月4日以降に加温処理を開始することで、開花時期の気温は対象区と比較して低い個体も認められるなど、開花が可能となった温度の幅が広がった。これは、 2°C 以上の加温処理を8月4日以降に行うと、各処理区内での開花可能温度のばらつきが大きくなることを示している。したがって、ヒガンバナは8月4日以降に平均で 2°C 以上の高温条件にさらされると、秋以降に低温にならないと開花できない個体と、それまでの高温条件下でも開花する個体の両方が出現する可能性があると考えられた。

花序の形態変化について観察した結果、咲きはじめから満開までの期間、開花期間、小花の数、花茎長には各処理区間で差は認められなかった。したがって、夏期の高温は花序の形態や開花期間には大きな影響を及ぼさないと考えられた。

3. 夏期に局所的な高温および低温条件下で育成した実験

3.1. 材料および方法

和歌山大学システム工学部内に設置した恒温室と隣接した屋外で実験を行った。使用した恒温室の設定温度は 15°C 、 30°C および 40°C とし、暗条件下で実験を行った。実験には、同一条件下で掘り上げられた出芽球根を用いた。これをパーミキュライトと共にビニルポットに植え付けた。その後、恒温室に搬入するまで屋外にて管理した。6月1日に、 30°C および 40°C の温度区に搬入して実験を開始し、以後5回に分けて 15°C および 40°C の温度区にそれぞれ搬入し、2週間および4週間後に屋外に搬出した。実験開始後から花芽が地上部に出現するまでの時期に、2週間隔で鱗茎切断し、花芽発育段階の観察を行い、写真に記録し、記録した写真を次のように区別した。ステージI: 雌ざい形成期、ステージII: 雌ざい形成期から4分子形成期の間中期、ステージIII: 4分子形成期、ステージIV: 4分子形成期から花粉形成期の間中期、ステージV: 花粉形成期。花茎が地上部に出現し始めた2006年9月4日からは、1日間に1回の頻度で花茎長を測定し、出芽した日と開花している小花の数を記録した。

表-1 局所的高温および低温が花芽発育に及ぼす影響

観察日	2週間40℃処理					4週間30℃および40℃処理					2週間15℃処理				4週間15℃処理		
	継続	629-712-726-809-823-906	712-726-809-823-906	726-809-823-906	809-823-906	629-601-629-712-726-809-906	601-601-629-712-726-809-906	629-726-809-823-906	726-809-823-906	809-823-906	712-726-809-823-906	726-809-823-906	809-823-906	823-906	712-726-809-906	726-809-906	809-906
629	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
712	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
726	3	2	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3
809	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3
823	3	3	4	3	3	4	3	2	3	3	3,×	3	3	3	3	3	3
906	5	5	4	4	3	5	5	5	3	3	3	×	×	3	×	×	×
911						6											
913							6										
918		6															
925	6			6										6			
926					6												
928			6						6								

各観察日に記録した最速値を示している。1:ステージⅠ(雌ずい形成期), 2:ステージⅡ(雌ずい形成期から四分子形成期の間中期), 3:ステージⅢ(4分子形成期), 4:ステージⅣ(四分子形成期から花粉形成期の間中期), 5:ステージⅤ(花粉形成期), 6:ステージⅥ(開花期)。図中の×印は花芽の枯死を示している。

3.2. 結果および考察

開花時期は、6月1日から4週間30℃および40℃の処理を施した実験区で最も早くなった。次いで6月29日から7月12日まで40℃の処理を行った実験区の開花が早くなった。

表-1に夏期の局所的高温および低温が花芽発育に及ぼす影響について示した。これによると、6月29日から7月12日まで40℃処理を行った実験区では、対照区(継続屋外区)と比較して、8月9日までは発育段階の遅れを、8月23日と9月6日には同じ発育段階にあることを、開花期は早まることを、それぞれ確認した。一方、6月1日から6月29日まで40℃処理を行った実験区では、対照区と比較して、すべての観察日で発育段階が同じ、または遅くなっていたが、開花期は早くなった。これは、発育停滞期が2回あったことにより発育は遅れたが、温度処理後に発育速度が上昇したことを示している。発育速度が上昇した現象は、6月1日から6月29日まで30℃処理を行った実験区、7月26日から8月23日まで40℃処理を行った実験区でも確認した。

花芽発育に及ぼす低温の影響について、まず、7月12日から2週間、7月26日から2週間および4週間、8月9日から2週間および4週間15℃処理を行った実験区で、花芽発達途中での花芽の枯死を確認した。しかし、当該実験区で鱗茎の枯死は確認できず、開花しなかった個体でもすべて展葉した。8月23日から9月6日まで処理を行った実験区では、屋外の実験区と比較して4分子形成期での停滞期が長くなった。しかし、停滞期後の発育速度は早くなり、開花に至った個体は1個体確認された。以上のことから、低温は、4分子形成期までは展葉へと移行させ、4分子の形成期後は、4分子形成期での停滞期を長くさせると同時に発育速度を上昇させる可能性があると考えられた。

4. おわりに

本研究に先立って行った解析結果⁵⁾から、夏期的高温が開花時期を早期化させる可能性が考えられた。この可能性について検証する目的で、2章で述べた育成実験を行った。その結果、夏期に平均気温が上昇した条件下におかれた個体は、秋期の気温低下の前の高温条件下でも開花が可能となった。特に、初夏の頃から継続して高温条件下におかれると、秋口に、より高い温度条件下で開花する個体が出現するようになった。ヒガンバナは夏期から秋期へと気温が徐々に低下する時期に開花期を迎える。このため、以前よりも高い気温条件下で開花したということは、言い換えれば、以前よりも早く咲くことができることになったということである。この原因は、既往研究の結果から^{3,4)}、①花芽の発育が夏の一定期間

の高温を受けている最中に早まったこと、②花芽の発育が夏の一定期間の高温を受けた後に早まったことが考えられた。これらのことをさらに詳しく調べるため、3章の育成実験を行った。その結果、開花が早期となった実験区では、4分子形成期での発育停滞期の長期化や、その後の発育速度の上昇を確認した。これは、高温条件によって花芽発育が一時的に抑制されるが、高温の刺激を受けた後に促進されることを示している。したがって、夏期的高温は開花可能温度を上昇させ、それは、上記②に起因すると考えられた。

2章の実験では、夏期的高温によって開花時期の気温が変化した。3章の実験では、4分子形成期で花芽の発育が停滞し、高温条件下におかれることで停滞期が長期化することを確認した。また、夏期に開花可能温度帯の15℃条件下においても開花しなかった。これらのことは、様々な解釈のある休眠のいずれもの考え方の基本的部分と一致する。したがって、ヒガンバナは夏期に休眠すると考えられた。

ヒガンバナの種特性に関して、既往研究では、中村ら⁶⁾が、ヒガンバナの生活史特性を明らかにし、森ら^{3,4)}が、ヒガンバナの生育開花習性および花芽の形成及び発育に及ぼす温度の影響について、室内での育成実験によって明らかにしている。本研究では、既往研究で明らかになっていなかった野外でのヒガンバナの開花温度特性について検討し、新たな知見を得ることができた。しかし、本研究では、夏期の気温と開花との関連性の検討にとどまっておき、冬期や春期の時期と開花との関連性については、今後の課題となった。

本研究の結果から、ヒガンバナは、地球温暖化の影響で猛暑となった場合、早期に開花する可能性を認めた。本種は日本の秋を代表する植物の1つであるため²⁾、日本人の季節感に変化することが危惧される。

引用文献

- 1) 気象庁(2003) 生物季節観測値:1953-2003.
- 2) 森源治郎・坂西義洋(1977) ヒガンバナ科(Amaryllidaceae)の球根植物の生育開花習性に関する研究(第1報), 園芸学会誌45(4):389-396.
- 3) 森源治郎・今西英雄・坂西義洋(1990) *Lycoris*属の開花に及ぼす温度の影響, 園芸学会誌59(2):377-382.
- 4) 中島敦司・重藤大地・赤田佳代・高島太郎・根本淳・山本将功・吉田尚美(2005) 夏期の気温がヒガンバナの開花時期に及ぼす影響, 第36回日本緑化工学会大会研究交流会講演集:19.
- 5) 中村敏枝・西谷里美・可知直毅(2005) ヒガンバナの成長解析, 日本生態学会大会講演要旨集Vol.ESJ52:P3-005.