

懸崖仕立てに特化したキクの重イオンビーム照射による新品種の作出

T A F S 第 2 研究群菊研究班

京都府立桂高等学校 植物クリエイト科 2年

石垣 幸祐 栢 一平 福居 健 岡崎 早詠 安本 琴音

I 研究動機

懸崖菊とは茎や幹が根よりも低く、崖のように垂れ下がっている草姿が特徴であり、大正時代から栽培されている京都府向日市の特産品である。1株から多くの花を咲かせるように仕立てあげ、秋を彩る花として高く評価されており、全国各地に出荷され、料亭や神社、テーマパークや京都競馬場で行われる菊花賞など、さまざまな場所で飾られている。



しかし近年、住宅状況の変化や需要の低下等によって、生産農家数は一軒のみとなり、伝統的な栽培方法や品種の存続の危機に陥っている。また、キクは懸崖仕立てに向く古くからある小菊品種を、冬至芽挿しによる栄養繁殖で増殖を行っているため、ウイルス等による株の衰退も著しい。

そこで本研究班では、品種改良による需要の増加に着目した。育種を行うことで花色変化したものを作り出すことができれば、消費者の興味関心を引き、需要の増加や販売価格の上昇が期待できる。また、花色の変化のみを起こすことができれば、栽培方法や時期を変更することなく、新規品種導入の際の生産者の負担軽減にもつながる。しかし、品種改良の方法によっては、長い期間を要し、生存率が下がる等の問題点も多い。本研究で利用する重イオンビームによる品種改良では、生存率が高く、変異も起こしやすいこと、また従来の品種改良より改良期間を短縮することが可能である。

また、ウイルス等による株の衰退を防ぐため、茎頂培養を用いウイルスフリー苗を作出することにも着目をしている。茎頂培養を行うことによりウイルス量を減らし、繰り返し行うことでウイルスをなくすことが可能となる。ウイルスフリー苗を作出することができ



れば、現在より安定的に懸崖菊を栽培でき、懸崖菊に適した伝統的な有用品種を守ることできる。

そこで現在の消費状況に対応できるよう新たな消費層の開拓を目指し重イオンビームによる品種改良を行い、また、伝統的品種のウイルスフリー苗を作ることで、大正時代から受け継がれてきた品種の保全と、栽培方法の継承を目標とした。

II 重イオンビームによる品種改良

1 目的

近年、懸崖菊は生産農家の希望金額の半分ほどで売られているのが現状である。また、需要の減少に伴い、現状栽培している生産農家は1件である。そこで、新品種を作出することができれば、消費者への興味関心を引くことができ、需要の増加、生産農家の増加が見込める。また、花色のみの変化が起きた場合、同じ栽培方法で、違う花色が育てられるため、生産方法を変えなくてもよい。

花の品種改良は、一般的に交雑育種が主であるが、放射線育種など人為的な突然変異体を利用した育種も行われている。しかし、交雑育種は有用形質の出現率が低く育種に長い期間を要する。また、放射線育種は枯死率が高い等の問題がある。

しかし、重イオンビームによる品種改良は、生存率が90%と高く、変異率が高いことや、イオンの種類や量など条件を変えることで、変異率等を調整することができる。

今回使用した炭素イオンは、アルゴンイオンや鉄イオンよりも小さな欠損で変異を起こすことが可能で、枯死率を低く抑えることができる。そのため時間を短縮しながら品種改良が可能のため、重イオンビームによる品種改良を利用した。

2 方法

(1)重イオンビーム照射による枯死率の調査

研究で使用した供試品種は、生産農家(京都府向日市清水園芸)から譲りうけた、CP30(ピンク・早生)、KP48(ピンク・中生)、HP39(ピンク・晩生)、DY4(黄色・早生)、BY31(黄色・中生)、HW2(白・中生)の6品種を使用した。

培地はMurashige & Skoog培地(以下MS培地)を使用し、ショ糖3%を添加後、pHを5.8に調整、ゲランガム0.3%を添加し、試験管に20mlずつ分注した。これら6品種の頂芽を70%エタノールで30秒殺菌後、次亜塩素酸ナトリウム水溶液(有効塩素1%)で2分30秒殺菌を行ない、MS培地に置床し約1か月育成した。

生育した株の腋芽を20株ずつシャーレに置床した。HP39、BY31は100株、CP30、KP48、DY4、HW2は80株とした。理化学研究所仁科加速器科学研究センターのRIビームファクトリー(RIBF)で、炭素の重イオンビーム2Gyおよび4Gyの照射を行った。対照区として無照射の0Gyを設けた。照射後に、1本ずつMS培地に置床し、照射後の枯死率を調査した。

(2)重イオンビーム照射による変異の調査

重イオンビーム照射後、生存株を培養条件下で約2か月育成し、培養瓶から取り出し、人工気象器(16時間日長、昼温20℃、夜温18℃、湿度80%)で2週間、順化を行った。順化後約2か月栽培を行い、開花開始日を記録した。また、開花したものから花色の変異と、その他の変異が無いか調査した。



3 結果と考察

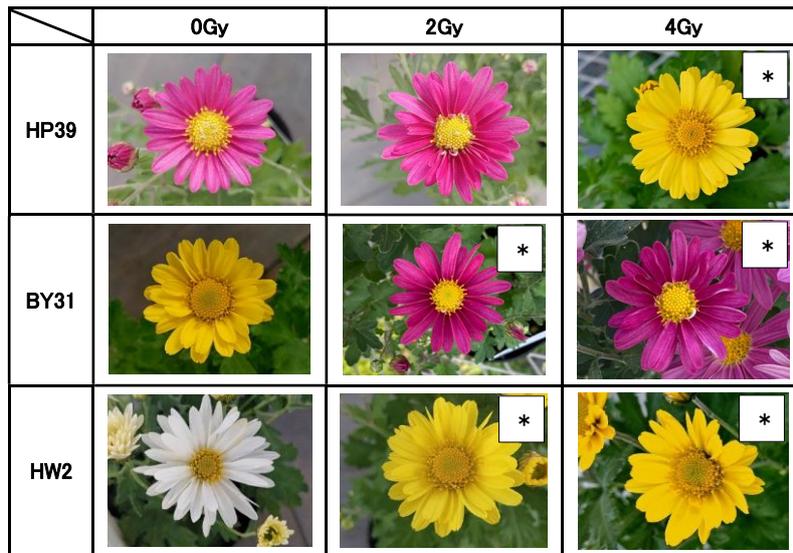
(1) 重イオンビーム照射による枯死率の調査

重イオンビームを照射してから 31 日目の枯死率は、第 1 表の通りとなった。照射後の枯死率を見ると、枯死率のほとんどが 0 %、また最大でも 15%と低かった。このことから、重イオンビーム照射による植物体の生育への影響は少ないと考えられる。

(2) 重イオンビーム照射による変異の調査

花色の変異率は、第 1 表のとおりとなった。また、HP 3 9 はピンクから黄色、BY 3 1 は黄色からピンク、HW 2 は白色から黄色へと変異した (第 1 図)。この結果から、HP 3 9、BY 3 1、HW 2 は花色変異が起こったことから、炭素イオンによる変異がしやすい品種であると考えられる。また、吸収線量の違いによって変異率に差はあるが、変異後の花色に変化が見られなかったことから、品種改良をする際、どちらの条件でも大きな差はないと考えられる。しかし、CP 3 0、KP 4 8、DY 4 は花色の変異が無かったことから、この 3 品種については、今後イオンの種類や吸収線量等を検討する必要がある。

開花日の調査を行った結果、開花日はほとんどの品種で標準開花日に比べ大幅に遅れていた。そのため重イオンビーム照射による変異ではなく、順化後の生育遅れによるものと考えた。しかし、早生品種 CP 3 0 では、無照射区の開花が少なく照射区の開花数が比較的多いことから、開花時期の変異も考えられるため、次年度再調査を行う予定である。



第 1 図. 各品種と照射条件における花色

* 花色変異有

第 1 表. 各品種における照射後の枯死率および花色の変異率

品種	CP30			KP48			HP39			DY4			BY31			HW2		
	線量 (Gy)	0	2	4	0	2	4	0	2	4	0	2	4	0	2	4	0	2
照射腋芽数	20	40	20	20	20	40	20	40	60	20	20	40	20	40	40	20	20	40
照射後の枯死率 (%)	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	5.0	2.5	-	15.0	10.0	-	0.0	0.0
順化後生存個体数	13	38	15	19	15	33	12	12	52	19	15	28	17	26	32	19	19	36
開花個体数	4	21	12	19	15	33	12	12	50	18	13	27	17	24	32	19	19	35
花色の変異率 (%)	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	0.0	30.0	-	0.0	0.0	-	20.8	3.1	-	15.8	2.9

Ⅲ 茎頂培養によるウイルスフリー株の作出

1 目的

懸崖菊用の小菊は古くから冬至芽挿しによる栄養繁殖法によって受け継がれてきた。そのため、親株と同じ形質を引き継ぎ長きにわたり栽培を続けてこられている。しかし、栄養繁殖性のため、親株がウイルスに汚染されてしまうと、親株の形質と同時に、ウイルスも引き継いでしまう。生産農家における令和4年度の栽培においては、一品種が栽培途中で8割程度枯死するなど、生産農家の悩みの種となっている。

私たちが培養している菊や、照射個体にもこのウイルス様の病斑などが見られ、生育の停滞や、突然枯死する現象も見られた。そのためウイルス病の影響は早急に解決する必要がある。ウイルスを駆除する農薬は無いため、罹患株を見つけ次第処分するという方法しがなく、伝統的に受け継がれてきた品種が失われる可能性もある。

これらの事から、この問題を解決するため従来の品種と照射個体の茎頂培養、ウイルス検定を行いウイルスフリー個体の作出を行った。

2 方法

培地はMS培地を使用し、ショ糖3%を添加後、pHを5.8に調整、ゲランガム0.3%を添加し、試験管に10mLずつ分注した。オリジナル品種と新品種の冬至芽を70%エタノールで30秒殺菌後、次亜塩素酸ナトリウム水溶液（有効塩素1%）で2分30秒殺菌を行ない、MS培地に置床した。生育した株の茎頂を約0.5mmに切り取り、MS培地に置床した。

3 結果と考察

現在は、茎頂培養に着手始めたばかりのため、今後茎頂培養をおこない、株を増やすと同時にウイルス検定を行い、オリジナル品種と新品種のウイルスフリー株を作出する予定である。

Ⅳ 各種施設への訪問と発表会への参加

1. 施設訪問

(1) 理化学研究所仁科加速器研究センターへの訪問（令和4年8月19日）

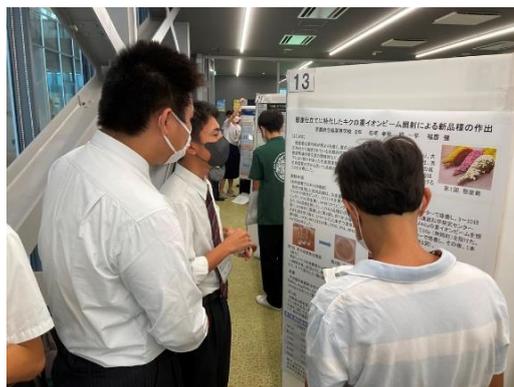
理化学研究所仁科加速器研究センターを訪問し、RIBFの見学をさせていただいた。また、これまでおこなってきた菊の品種改良の前例をもとに、様々な研究手法などを教えていただいた。この施設訪問で、本研究の活動内容の理解を深めることができた。



2 研究発表

(1) 日本植物学会第86回大会高校生研究ポスター発表会への参加（令和4年9月17日）

高校生ポスター発表会で発表を行った。大学の教職員や大学生、各種施設の先生方に説明を行い、またアドバイスやご意見などをいただいた。発表時には、重イオンビーム照射個体の枯死率のみのデータだけであったため、今後の研究成果を期待する多くの声をいただいた。



(2) 仁科加速器研究センター品種改良ユーザー会報告書への掲載（令和5年1月19日）

私たちの研究を、仁科加速器研究センター品種改良ユーザー会報告書に掲載していただいた。また報告会にオンライン参加をし、内容は難しかったが、他の研究発表を聞くことで、自らの知識を深めることができた。

仁科加速器研究センター品種改良ユーザー会報告書 2022 70-71(2022)

3 一般の方々への研究内容の周知

授業等で栽培した植物の販売と同時にポスターを掲示、興味を持たれたお客様へ研究内容を説明し、活動を広めた。

- ・つながる市（無印良品イオンモール京都桂川店主催）（令和4年9月23日）
- ・グリーンフェア2022秋（(公財)京都市都市緑化協会主催）（令和4年10月1日）
- ・桂坂プチマルシェ（桂坂学区自治連合会主催）（令和4年11月26日）



4 校内発表会での研究内容の共有

同じ高校の生徒に発表をするのは思いのほか緊張したが、1年間の成果をしっかりと伝えることができた。また、専門学科内の発表や、普通科で行われている農業関連以外の発表を聞くことで、いろいろな視点で研究活動が行われ、新しい研究手法も身につけることができた。

- ・TAFS研究成果発表会口頭発表（令和5年1月12日専門学科生徒参加）
- ・総合的な探究の時間課題研究生徒発表会ポスター発表（令和5年2月9日全校生徒参加）

IV 各種メディアへの出演と掲載

本年度は、以下のメディアに取り上げていただき、研究成果の周知を図った。

- ・朝日新聞（令和4年8月30日掲載）
- ・京都新聞（令和4年8月31日掲載）
- ・NHK京都放送局「京いちにち」
（令和4年10月11日放送）
- ・TBS「THE・Time 全国！高校生ニュース」
（令和4年12月9日放送）



V さいごに

今後は、伝統的に栽培されている品種と新品種のウイルスフリー株を作出し、また栽培農家の方と新品種の栽培試験を行い、品種登録までできるよう活動を続けていく。

年度途中には、私たちの研究内容に賛同し一緒に活動をしてくれる仲間が増え、また来年度は新しい後輩と一緒に研究活動をする事が決まっている。この活動がさらに広がるように頑張って続けていきたい。

本研究班では、京都府立大学大坪憲弘先生、理化学研究所仁科加速器科学研究センター阿部知子先生、清水園芸清水拓馬さんをはじめ、各施設多くの関係者にご協力いただいています。また、バイオテック情報普及会の支援を受け、各種施設の見学や機器の購入等、大変有意義な活動をさせていただいております。ここに感謝いたします。