

スプレーギク‘グリーンドリームナース’の育成経過と 緑花色の遺伝[†]

山田栄成¹⁾・岩崎勇次郎¹⁾

1) 農林技術研究所本所

Breeding of New Green-flowered Cultivar ‘Green Dreamnurse’ and Inheritance of Green Flower Color in Spray-type Chrysanthemum

Hidenari Yamada¹⁾ and Yujiro Iwazaki¹⁾

1) Shizuoka Res. Inst. of Agric. and For.

Abstract

A new cultivar named ‘Green Dreamnurse’, a spray-type green-flowered chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.), was developed by crossbreeding.

The main characteristics of this cultivar are as follows. ‘Green Dreamnurse’ has a lot of very small double flowers like ‘Dreamnurse’ and its flower color is green. Flowering time of ‘Green Dreamnurse’ is 3 to 4 days earlier than that of ‘Dreamnurse’. Both its plant height and cut flower weight are bigger than those of ‘Dreamnurse’. Flower diameter of ‘Green Dreamnurse’ is also a little bigger than that of ‘Dreamnurse’.

During the breeding period, we studied the inheritance of green flower color in chrysanthemum. As a result of a reciprocal cross between ‘Dreamnurse’ and ‘Green Friend’, the segregation of green flower color was not clear. But, the cross between a green-flowered seed parent and a white-flowered pollen parent had a higher ratio of green-flowered seedlings than reciprocal crossing.

Irradiation of 15Gy X-ray to ‘Green Dreamnurse’ cuttings caused white-flowered mutations. Therefore the green flower color is dominant compared with the white flower color.

キーワード：スプレーギク、品種育成、緑花色、緑花色の遺伝

I 緒 言

本県スプレーギクは、全国第4位の生産額を持つ主要な品目である³⁾。しかし、平成17年度(2005年)の作付面積は33ha、出荷本数は10,500千本で、全国のスプレーギクの作付面積に対する本県のシェアは4%に留まっていた。このため、本県スプレーギク産地では、市場ニーズを反映した産地独自のオリジナル品種を育成、活用し、産地としての優位性を保ってきた。

静岡県西部地域の主力品種である‘ドリームナース’は、本県のスプレーギク生産者である加茂雅市氏の育成品種である。‘ドリームナース’は、花径が2.5cm程度の極小輪で八重咲きの総状花が多数開花する小輪多花性の品種である。主に結婚式等のフラワーアレンジメント用として利用され、現在まで市場において高い評価を得ている。

スプレーギクは、フラワーアレンジメント等の用途の多様化にともない、同じ花型で多彩な花色のシリーズ化

[†] 本報告の一部は、日本育種学会第114回講演会(2008年10月11～12日、滋賀県立大学)で発表した

が期待されている。‘ドリームナース’においても、既存の黄色の花色変異品種‘黄ドリームナース’があり、本研究所では、これまでに淡黄花色の‘クリームナース’、濃黄花色の‘ドリーミング’を育成した⁶⁾⁷⁾⁸⁾。

また、突然変異により得られる花色は、照射親の遺伝子型により限定されるため、単に突然変異を利用するだけでなく、交配育種によって花色を変えた桃花色の‘ドリームピンク’も加え、「ドリームナースシリーズ」として販売されてきた。

一方、近年のスプレーギクでは、緑花色品種の人気の高く²⁾、民間種苗会社を中心にいくつかの品種が育成されている¹⁾。このため、「ドリームナースシリーズ」においても、利用者から緑花色品種の追加が強く望まれていたが、これまで当所で行ってきた突然変異育種では、白、黄、桃花色から緑花色への変異は得られていなかった。

そこで、今回「ドリームナースシリーズ」に新たに緑花色品種を加える目的で、白花色の‘ドリームナース’に緑花色の‘グリーンフレンド’を交配し、‘グリーンドリームナース’を育成したので、その育成経過を報告する。

さらに、これまでにキクにおける緑花色の遺伝様式や緑花色の突然変異に関する報告はないため、‘グリーンドリームナース’の育成過程で得られた白花色と緑花色のF₁における緑花色の分離や、本品種にX線を照射することにより得られた花色変異から、推察される緑花色の遺伝様式についてもあわせて報告する。

なお、本研究を実施するにあたり、現地試験を率先し

て行って頂いたJAとびあ浜松スプレーギク部会員の皆様ならびに現地試験での栽培指導をして頂いたJAとびあ浜松花き営農センターおよび静岡県西部農林事務所職員の皆様に謝意を申し上げる。

II 育成経過

1. 育種目標と育成親の選定

本育種の育種目標は、‘ドリームナース’の草姿および花型等を有する緑花色品種の育成とし、育成方法として交配育種法を選定した。

種子親である‘ドリームナース’は、茎が細く柔軟で、葉が小さい。その総状花は、花色が白色で、花径が2.5cm程度の極小輪の八重咲きである。分枝性に優れ、切花1本当たりの総状花数が多い小輪多花性の品種である。

一方、花粉親である‘グリーンフレンド’は、本県浜松市にある浜松特花園育成の品種で、育成親として提供された品種である。‘グリーンフレンド’は、草丈や茎の太さ、葉の大きさ等は中庸で、切花1本当たり7～8輪の総状花をつけるスタンダードタイプのスプレーギクである。その総状花は、花色が緑色で、花径が4cm程度の中小輪の半八重咲きである。

本育種の育種目標から、草姿や花型および緑花色等の各形質に関与する遺伝子数を想定し、関与する遺伝子数が多いと想定される‘ドリームナース’を種子親とし、関与する遺伝子数が少ないことが想定される‘グリーンフレンド’を花粉親として選定した。

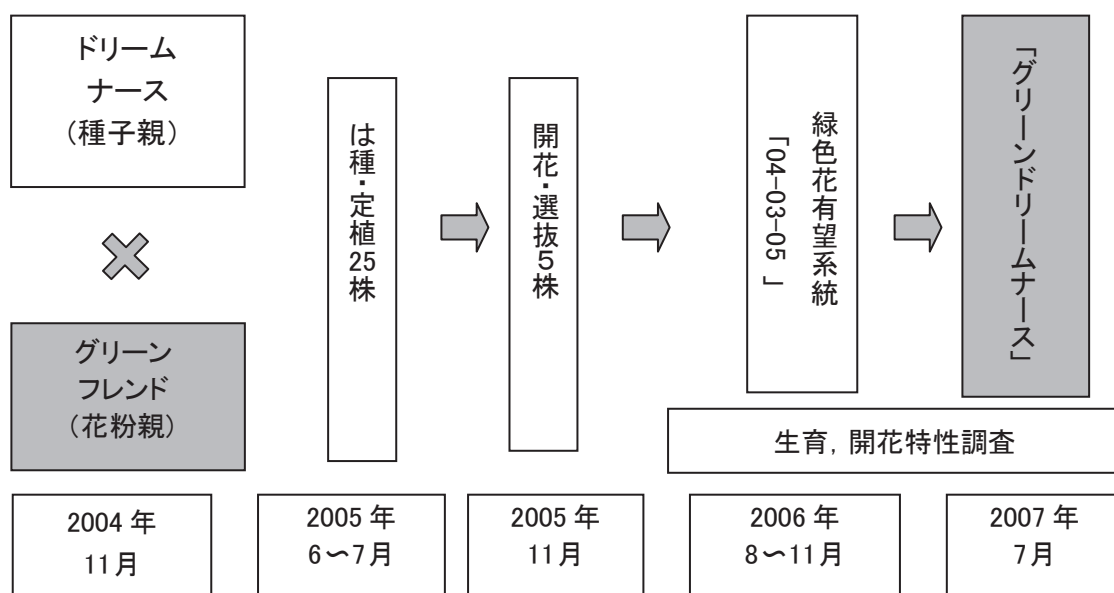


図1 ‘グリーンドリームナース’の育成経過概要

2. 育成経過

本育種の育成経過の概要を図1に示した。

2004年11月に、「ドリームナース」に「グリーンフレンド」を交配し、2005年1月に交配種子を得た。得られた種子を、2005年6月15日には種し、8月1日に所内露地ほ場に定植した後、8月15日に摘心を行った。摘心後、化成肥料(10:10:10)を窒素成分量で20kg/10a施肥した。育苗から開花まで暗期中断処理は行わず、自然日長条件下で栽培した。11月21日までに開花した25株のうち、花色が緑色または八重咲きの5株を優良個体として選抜した。

選抜した5個体を挿芽繁殖し系統とした後、選抜系統を所内特性調査に供試した。特性調査には、選抜した5系統の他、対照品種として、「ドリームナース」、「グリーンフレンド」、「黄ドリームナース」を用いた。

特性調査のための栽培は、2006年7月16日に挿芽し、8月1日に定植後、8月15日に摘心を行った。摘心後、配合肥料(5:5:5)を窒素成分量で25kg/10a施肥した。深夜4時間の暗期中断処理は、親株段階から実施し、9月13日に処理を終了した。

所内特性調査で緑花色、八重咲き等の形質で有望性の高かった「04-03-05」については、浜松市北区都田町のスプレーギク生産農家ほ場で、現地試験を実施した。現地試験では、2006年11月27日に、3.3m²当たり147本の栽植密度で計16.5m²に直挿し、無摘心で栽培した。深夜4時間の暗期中断処理は、親株栽培時から行い、2007年1月22日に処理を終了した。その他の栽培方法は、現地慣行に準じて行った。

所内試験および現地試験の結果から、「04-03-05」の緑花色、八重咲き性などの安定性を確認し、「ドリームナースシリーズ」に加える緑花色品種としての有望性が

認められたため、2007年7月に育成を完了し、「グリーンドリームナース」と命名した。

3. 「グリーンドリームナース」の特性

(1) 生育特性

「グリーンドリームナース」の切花長は、「ドリームナース」、「グリーンフレンド」よりも長い(表1)。現地試験においても、「ドリームナース」、「黄ドリームナース」よりも長い傾向が明らかになった(表2)。品種登録出願の特性表における茎の太さが、「ドリームナース」が「極細い(01)」であるのに対し、「グリーンドリームナース」の茎の太さは「細い(02)」であり、「ドリームナース」よりもやや太い。このため、「グリーンドリームナース」の切花全重や現地試験における調整重は、「ドリームナース」や「黄ドリームナース」よりも重い。

また、「グリーンドリームナース」の葉は、特性表における「葉裂片縁部の重なり」が、「ドリームナース」が平行であるに対して、若干重なりが認められ、「ドリームナース」よりもやや葉幅が広い特徴を持つ。さらに、本品種は、「ドリームナース」よりも、やや側枝の発生程度が少なく、切花1本当たりの総状花数が少ない傾向がある。

(2) 開花特性

開花日は、所内の特性調査では、「ドリームナース」よりも3日早く、現地試験においても、4日ほど早かった(表1,2)。花色は、「グリーンフレンド」よりも薄い緑色で、総状花の中央部が濃く、外花卉に向かって薄くなる特徴を有する(図2)。花径は、所内試験では「ドリームナース」とほぼ同じであるが、現地試験においては、やや大きい傾向が認められた。

所内および現地試験ともに、管状花数が少ないため開花盛期を過ぎるまでは露心が認められない八重咲きの花型である。

表1 「グリーンドリームナース」の特性調査(所内特性試験)

品種名	開花日 (月/日)	切花長 (cm)	切花全重 (g)	節数	やなぎ 葉数	花径 (cm)	花色	色差値 ¹⁾		
								L*	a*	b*
グリーンドリームナース	11/3	81.2	41.8	34.5	2.5	2.3	緑	85.0	-17.9	52.7
ドリームナース	11/6	51.9	19.1	32.2	2.7	2.4	白	100.0	5.2	1.5
グリーンフレンド	11/2	69.6	52.3	33.9	1.8	4.0	濃緑	88.7	-8.2	20.0
黄ドリームナース	11/4	60.4	23.3	36.1	2.3	2.4	黄	97.9	-19.1	89.6

1)日本電色NR-3000で舌状花弁を計測した。

表2 「グリーンドリームナース」の特性調査(現地特性試験)

品種名	開花日 (月/日)	切花長 (cm)	調整重 ¹⁾ (g)	節数	やなぎ 葉数	花径 (cm)	花色	色差値 ²⁾		
								L*	a*	b*
グリーンドリームナース	3/19	99.8	64.4	37.2	6.4	2.8	緑	89.9	-6.2	50.2
ドリームナース	3/23	92.8	54.3	36.0	5.5	2.6	白	99.1	-0.7	4.6
黄ドリームナース	3/23	93.3	48.3	33.3	6.0	2.2	黄	97.2	-5.5	85.4

1)切花長を80cmに調整時の切花重

2)日本電色NR-3000で舌状花弁を計測した。



図2 ‘グリーンDreamナadeshiko’の草姿と花型

左：Dreamナadeshiko，中：グリーンDreamナadeshiko，右：Yellow Dreamナadeshiko

III 緑花色の遺伝

1. 材料及び方法

緑花色品種の花弁色素の分布等を観察する目的で、2007年4月に現地特性調査ほ場で開花した‘Dreamナadeshiko’および‘グリーンDreamナadeshiko’の花弁を4%アガロースで包埋し、マイクロスライサー（堂阪イーエム製 DTK-1500）で80～100 μm の厚さに切断し、光学顕微鏡で観察した。

緑花色の遺伝様式を明らかにする目的で、2つの試験を実施した。

最初の試験は、‘グリーンDreamナadeshiko’の親品種である‘Dreamナadeshiko’（花色：白）と‘グリーンフレンド’（花色：緑）の交配試験で、正逆交配を行い、緑花色株の出現率を調査した。‘Dreamナadeshiko’は、

八重咲き品種で、試験に用いるための十分な種子数が得られないため、2004年から2006年までの3年間に交配したデータを集計した。

いずれの年も、11月に交配を行い、翌年の1月に採種した。採種した種子を6月中旬から7月上旬には種し、自然日長条件下で生育、開花させ、2005年は11月21日、2006年は11月20日、2007年11月16日までに開花した株の花色を調査した。花色の調査は、緑および黄緑を緑花色株とし、それ以外の花色の株とに分けて花色別株数を数えた。

次に、緑花色の遺伝の優劣を判定する目的で、育成した‘グリーンDreamナadeshiko’の挿芽苗にX線を照射し、得られる花色変異について調査した。調査株の栽培およびX線の照射は、2007年7月11日に挿芽し、7月25日にX線照射装置（島津製 HF-350）を用いて、15Gy（線量率1Gy/分）のX線を照射した。X線の照射は、X線管に

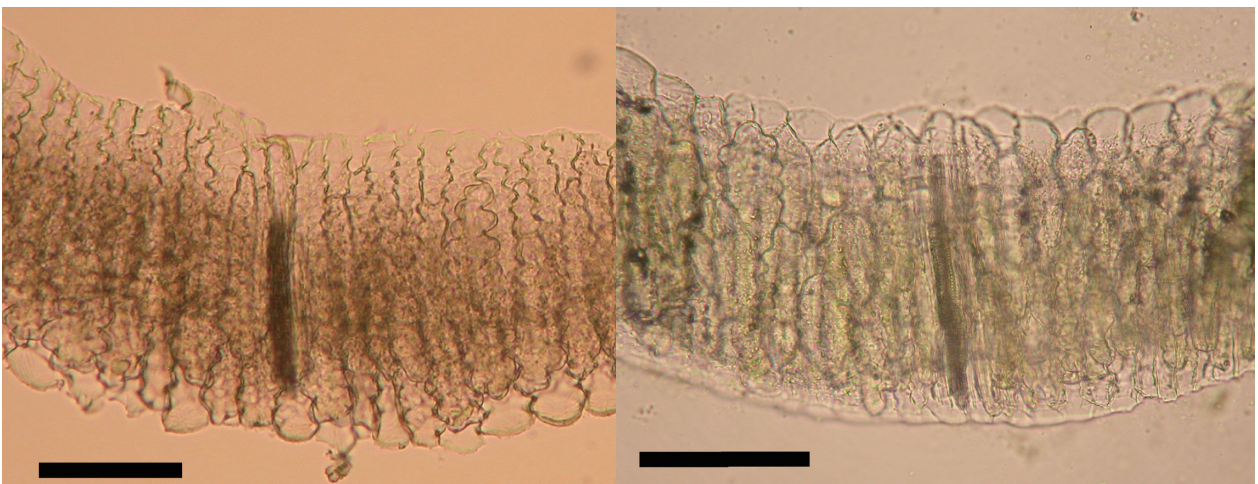


図3 ‘グリーンDreamナadeshiko’の花弁色素の分布

左：‘Dreamナadeshiko’，右 ‘グリーンDreamナadeshiko’ 図中の横棒は0.1mm

対して苗を縦または横向きに置き、上方から行った。X線照射後の苗は、7月27日に定植し、8月10日に摘心後、9月12日に暗期中断を終了し、その後は自然日長条件下で生育、開花させた。11月13日に花色変異株数と出現した変異花色の調査を行った。

X線照射による花色変異の調査において、‘グリーンドリームナース’から黄緑花色が得られたため、緑花色と黄緑花色の相違を明らかにする目的で、‘ドリームナース’、‘グリーンフレンド’および‘グリーンドリームナース’のカロテノイド分解酵素遺伝子 (*CmCCD4a*) の有無を確認した。*CmCCD4a* の確認は、各供試品種の生葉 120mg から、改変 CTAB 法により、DNA を抽出し PCR 装置 (Applied Biosystem 社製 GeneAmp 9600) を用いて行った。PCR のプライマーおよび反応条件は、Ohmiya ら¹¹⁾ に準じて行い、得られた PCR 産物は、2% アガロースゲル電気泳動により *CmCCD4a* の増幅バンドの有無を確認した。

2. 結果

‘ドリームナース’の花弁には、葉緑体等の細胞小器官がほとんど認められないのに対し、‘グリーンドリームナース’には、葉緑体が密に分布していた (図3)。一方、他の細胞構造や細胞の構成等に関しては両者に相違は観察されなかった。

白花色の‘ドリームナース’を種子親に、緑花色の‘グリーンフレンド’を花粉親に用いた交配では、調査 105 株中 29 株が緑花色ないしは黄緑花色であり、その分離比は、概ね 1:3 に適合した (表3)。一方、逆交配の‘グリーンフレンド’を種子親、‘ドリームナース’を花粉親に用いた場合は、調査 125 株中 44 株が緑または黄緑花色であり、その分離比は明確でなかった。また、‘グリーンフレンド’を種子親に用いた交配の方が、‘ドリームナース’を種子親に用いた場合よりも、緑または黄緑花色株が多く得られる傾向が認められた。

表3 緑色花と白色花の F₁における花色の分離

種子親 (花色)	花粉親 (花色)	花色		期待値	$\chi^2(P)$
		緑 ¹⁾	その他 ²⁾		
ドリーム ナース (白)	グリーン フレンド (緑)	29	76	1 : 3	0.54
グリーン フレンド (緑)	ドリーム ナース (白)	44	81	—	—

1)緑色花:緑色および黄緑花色

2)その他:白および黄花色

育成した‘グリーンドリームナース’に 15Gy の X 線を照射することにより、白花色および黄緑花色株が得られた (表4)。X 線管に対する苗の向きによる変異株数の出現には、縦横いずれも大きな差は認められなかった。

表4 15Gy の X 線照射により出現した花色変異

処理 ¹⁾	供試 株数	変異 株数	変異花色(株数)
15Gy 縦	26	5	黄緑(5)
15Gy 横	27	4	黄緑(2)、白(2)
無処理	14	0	

1) X線管に対して、苗を縦または横向きに照射

‘グリーンドリームナース’およびその親品種である‘ドリームナース’、‘グリーンフレンド’のカロテノイド分解酵素遺伝子 (*CmCCD4a*) を確認した結果、全ての品種で *CmCCD4a* の増幅が確認され、*CmCCD4a* を持つことが明らかとなった (表5)。

表5 交配親品種と育成品種のカロテノイド分解酵素遺伝子 (*CmCCD4a*) の有無

品種	<i>CmCCD4a</i> ¹⁾
ドリームナース	+
グリーンフレンド	+
グリーンドリームナース	+

1)+: *CmCCD4a* の増幅バンド有

IV 考 察

本報告で育成した‘グリーンドリームナース’は、本県スプレーギク産地の主力品種である‘ドリームナース’の緑花色新品種として生産・販売されている。親品種である‘ドリームナース’は、小輪多花性であるため、その主な用途はフラワーアレンジメントであり、バラやガーベラ等を引き立てる添え花として利用されることが多い。近年人気の高い緑花色の‘グリーンドリームナース’が加わるにより需要や用途が拡大し、「ドリームナースシリーズ」の品種全体の需要も高まることが期待できる。また、多数のスプレーギク品種が育成される中で、本育成品種のような産地の独自品種の存在は、産地の優位性の維持・発展にも寄与することが期待される。

キクにおける緑花色の色素について調査した報告はないが、斉藤²⁾は、花は元々葉から変態分化したものであり、本来クロロフィルを含み、花弁の緑色は葉と同じ色素構成であると報告している。本報告においても、‘グリーンドリームナース’の花弁切片から多数の葉緑体が観察されており、このことから、本報告で育成した‘グリーンドリームナース’の花色も葉の緑色素であるクロロフィルが主成分であると考えられる。

さらに、‘グリーンドリームナース’に X 線を照射した結果、緑花色から白花色が出現したことから緑花色は白花色よりも優性であることが明らかとなった。山口⁴⁾⁵⁾はカーネーションの交配試験で緑花色の遺伝を調査

し、緑花色が単因子優性遺伝することを明らかにしている。本報告では関与する遺伝子数は明らかにならなかったが、緑花色が優性である点は山口らの結果と一致した。

白花色の‘ドリームナース’を種子親とし緑花色の‘グリーンドリームナース’を花粉親として交配した場合には、そのF₁における緑花色とそれ以外の花色で概ね1:3に分離した。このため、2因子の優性遺伝子の関与が推定されたが、緑花色を種子親とする逆交配では、緑花色株が多く得られる傾向が認められた。このことから、単に核遺伝子支配の2つの優性遺伝子だけでなく、細胞質因子の関与等さらに複雑な遺伝様式も考えられる。

Hattori⁹⁾¹⁰⁾らは、キクのアントシアニンおよびカロテノイド色素の遺伝について調査し、これら色素による花色の遺伝は、2倍体と同様に遺伝する場合もあるが、交配親の遺伝子型によっては後代における花色の分離がより複雑になることを報告している。本報告で調査した緑花色の遺伝を明らかにするためには、‘グリーンフレンド’や‘グリーンドリームナース’等の緑花色品種の遺伝子型の解明と、これらの品種を用いたより多くの交配結果を得る必要があると考えられる。

また、本報告では‘グリーンドリームナース’にX線を照射することにより、緑花色から白花色への花色変異部が得られており、得られた白花色変異部を挿木繁殖し、キメラ解消を行って完全な白色変異個体を作成する予定である。緑花色の‘グリーンドリームナース’と得られる白色変異系統との比較は、キクの緑色花品種の遺伝子型や緑花色の遺伝様式の解明に役立つものと期待される。

‘グリーンドリームナース’にX線を照射することにより、白花色以外に黄緑花色への変異が得られた。Ohmiya¹¹⁾らは、花卉で特異的にカロテノイドを分解するカロテノイド分解酵素遺伝子 (*CmCCD4a*) を単離、解析し、同遺伝子がキクの黄色花から白色花への鍵酵素遺伝子であることを報告している。筆者らも‘グリーンドリームナース’に *CmCCD4a* が存在することを確認しており、本品種で得られた緑花色から黄緑花色への変異は、Ohmiya らが報告した *CmCCD4a* や同遺伝子の発現に関する変異であると考えられた。

本報告では、交配育種によって‘グリーンドリームナース’を育成し、育成した品種にX線を照射することにより、新たに緑花色関連遺伝子の優劣に関する知見や黄緑花色等の花色変異が得られた。スプレーギクでは、同じ花型で異なる花色のシリーズ化が求められており、今後も交配育種と突然変異育種を組合せた品種育成は重要であると考えられる。

V 摘 要

本県スプレーギクの主力品種である‘ドリームナース’の異なる花色の品種群「ドリームナースシリーズ」に、近年人気の高い緑花色品種を追加する目的で‘緑花色極小輪の八重咲き品種’‘グリーンドリームナース’を育成した。

その育成経過は、2004年11月に白花色の‘ドリームナース’を種子親とし、緑花色の‘グリーンフレンド’を花粉親として交配を行った。2005年6月には種し、11月上旬までに開花した25株のうち、5株を優良個体として選抜した。選抜個体を系統として、所内および現地ほ場で生育および開花特性について調査した。その結果、‘ドリームナース’に似た極小輪の花型で、緑花色等の有望性が認められたため、2007年7月に育成を完了し、‘グリーンドリームナース’と命名した。

‘グリーンドリームナース’は、親品種の‘ドリームナース’とほぼ同じ極小輪八重咲きの花型で、緑花色のスプレーギク切花用品種である。また、本品種は、‘ドリームナース’よりも3～4日程度開花が早く、切花長、切花全重がやや大きい。花径も‘ドリームナース’とほぼ同じかやや大きい小輪多花性のスプレーギクである。

緑花色の遺伝を調べる目的で、育成親である‘ドリームナース’および‘グリーンフレンド’の正逆交配を行い、F₁における緑花色とその他の花色の分離比を調査した。その結果、明確な分離比は明らかにならなかったが、緑花色を種子親に用いた方が、その逆の組合せよりもF₁に緑花色株が多く得られる傾向が認められた。

また、育成した‘グリーンドリームナース’の挿芽苗に15GyのX線を照射し、得られた花色変異を調査した。その結果、緑花色から白花色および黄緑花色の変異が得られた。このことから、緑花色は白花色よりも優性であることが明らかになった。

引 用 文 献

- 1) 農林水産省生産局種苗課 <http://www.hinsyu.maff.go.jp/>
- 2) 斉藤規夫 (1991): 緑色, 黒色および褐色の花での色素. 農耕と園芸, バイオホルティ, 誠文堂新光社, 東京, 5, 49-56.
- 3) 静岡県農業水産部みかん園芸室 (2007): 静岡県花き園芸の生産と流通.
- 4) 山口雅篤・寛三男 (1987): カーネーションの花色に

- 関する研究（第7報）緑色花の遺伝と育種. 園学要旨, 56 別 1, 256-357.
- 5) 山口雅篤 (1991): カーネーションの花色素と緑色花の育種. 農耕と園芸編, 誠文堂新光社, 東京, 5, 64-70.
 - 6) 山田栄成・馬場富二夫・大塚寿夫 (1996): 軟 X 線照射によるスプレーギクの花色変異系統の作出報, 静岡農試研報, 41, 45-52.
 - 7) 山田栄成・稲垣栄洋・萩原葉子, 大塚寿夫 (2002): スプレーギク ‘ドリーミング’ の育成経過とその特性, 静岡農試研報, 47, 43-48.
 - 8) 山田栄成・岩崎勇次郎 (2007): キクの白色花から得られた黄色花突然変異体のキメラ構造と X 線照射による白色花への復帰突 然変異 育種学研究 9 (別 2): 137
 - 9) Hattori, K. (1971): Inheritance of Carotenoid Pigmentation in Flower Color of Chrysanthemum. Japan J. Breed, 41, 1-9.
 - 10) Hattori, K. (1992): Inheritance of anthocyanin pigmentation in flower color of chrysanthemum. Japan J. Genet. 67, 253-258.
 - 11) Ohmiya, A., S. Kishimoto, R. Aida, S. Yoshioka and K. Sumitomo (2006): Carotenoid Cleavage Dioxygenase (*CmCCD4a*) Contributes to White Color Formation in Chrysanthemum Petals. Plant Physiol, 142, 1193-1201.