

# 최 종 보 고 서

<p data-bbox="183 1406 392 1518">주 의</p>	<p data-bbox="507 483 533 1429">진 녹 계  만 추 대  봄 무  및  조 속 성  가 을 무  품 종 개 발</p> <p data-bbox="507 1659 533 1823">농 림 수 산 식 품 부</p>	<table border="1" data-bbox="616 468 877 557"><tr><td data-bbox="616 468 877 517">발간등록번호</td></tr><tr><td data-bbox="616 517 877 557">11-1543000-000484-01</td></tr></table> <p data-bbox="668 741 1350 1014">진녹계 만추대 봄무 및 조속성 가을무 품종개발 (Development of Oriental Radish Varieties for Japanese Market)</p> <p data-bbox="919 1420 1098 1464">충원종묘</p> <p data-bbox="780 1760 1235 1805">농림축산식품부</p>	발간등록번호	11-1543000-000484-01
발간등록번호				
11-1543000-000484-01				

## 제 출 문

농림축산식품부장관 귀하

이 보고서를 “진녹계 만추대 봄무 및 조숙성 가을무 품종개발” 과제의 보고서로 제출합니다.

2014년 5월 9일

프로젝트 연구기관명 : 충원종묘

프로젝트 책임자 : 강 갑 수

프로젝트 연구원 : 이 의 주

프로젝트 연구원 : 김 호 진

프로젝트 연구원 : Tamotus Terada

## 요 약 문

### I. 제 목: 진녹계 만추대 봄무 및 조숙성 가을무 품종 개발

### II. 연구 개발의 목적 및 필요성

무(Raphanus sativus L.)는 우리나라를 비롯하여 일본, 중국 등 아시아 지역을 대표하는 주요한 채소로서, 특히 일본에서는 재배면적이 가장 넓어 채소 중 가장 중요한 위치에 자리하고 있다. 일본의 무 품종은 극히 제한적인 재래 품종을 제외하고는 거의 F1 품종으로 바뀌었고, 이들 품종은 그 수준이 높아 시장 내 경쟁이 치열하고 높은 가격대를 형성하고 있다. 따라서 경쟁력 있는 무 종자를 개발하여 수출할 경우, 이에 따른 부가가치가 높고 안정적인 외화 획득원으로 역할 할 수 있다. 따라서 본 연구는 가격대가 높은 봄무와, 재배면적이 가장 넓은 가을무에 있어 신품종을 개발·육성하는 것을 연구 목표로 설정하였다.

### III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 선행연구를 통하여 기 보유하고 있는 계통과 신규 도입 계통의 성능 검정을 통하여 F1 조합 교배에 활용하고, 분리계통을 공시하여 고정·순화 시켜서 이들의 불화합성 검정 등 계통의 특성을 조사하고 F1조합을 작성하였다. 또한 고정된 계통을 이용한 조합들은 육성 기간을 단축시키고 현지 적응성을 조기에 파악하고자 국내가 아닌 일본 무 산지(찌바현 조시시, 千葉縣 銚子市)에서 직접 현지에서 시험을 수행하여 조합선발을 수행하였다. 이렇게 선발된 조합은 시교채종 및 채종 시험을 거쳐 일본 현지 업체와 협업을 통해 적응성을 검증하였고, 최종 선발된 조합은 품종보호출원을 하였다.

또한, 고품질 우수품종 요구도에 맞추어 고순도 품종 종자 생산과 치열한 품종 육종에서 장기간 우세를 유지할 수 있는 방법으로 소재보호를 하고자 유망 계통들의 융성불임성 계통으로 유기·육성하였다.

### IV. 연구개발의 결과

일본 현지 조합선발 시험에서 선발된 조합을 현지 업체에서 지역 적응성 검정을 거친 후, 유망한 봄무 2개 조합을 선발하여 HC-4와 GR-26으로 명명하고 품종보호출원을 하였다. 또한 가을무 1개 조합도 GR-28로 명명하여 품종보호출원 하였다. 이들 품종 중 봄무 HC-4와 GR-26을 생산, 5년차에 각각 USD 39,000와 USD 83,200의 수출을 달성하였다. 또한 2014년 현재 각각 1,000kg 이상의 주문을 확보하여 생산 중에 있다.

## SUMMARY

I. Title: Development of Oriental Radish Varieties for Japanese Market

II. The purpose of the research

Radish (*Raphanus sativus* L.) is one of the most important and symbolic vegetables in Asian region including Japan, China, and Korea. Especially in Japan, not only it makes up the widest cultivation area among vegetables, but also market demand for quality product is very high.

F1 hybrid of radish, with the highest level of quality, has become majority in the Japanese market. Development of competitive combinations and varieties, therefore, is expected to generate significant value from regional and global export.

This research focuses especially on the high-end spring-sowing variety and autumn-sowing variety taking the largest cultivating area.

III. Content and scope of research

Based on previous studies, this research developed F1 hybrid combinations through performance test of pure lines and introductory lines. The research also includes the processes of purification and incompatibility test, utilizing segregated lines. The tests and selections of varieties were conducted in the local field of Chiba, Japan, with the intention to shorten research time and for enhancing the local adaptability.

After pilot tests and verifications for the local adaptability were conducted on the selected varieties, variety protection applications were applied.

Additionally, in order to develop high-quality varieties meeting high market standards, and to maintain long-term dominance in the breeding market with tough competitions, male sterility method were applied to promising varieties.

IV. The results of research and development

Two promising varieties among spring-sowing varieties and a autumn-sowing varieties were selected and named as HC-4, GR-26, and GR-28 respectively. After local adaptability test in the field, variety protection application were applied for them.

In the fifth year of the research, HC-4 and GR-26 were commercially produced and were exported USD 39,000 and USD 83,200 respectively. Furthermore, sales of over 1,000kg for each variety has already been secured this year and it is expected to surpass last year's performance.

## CONTENTS

Chapter 1. Introduction of the research . . . . .	7
Section 1. Purpose of the research . . . . .	7
Section 2. Necessity of the research . . . . .	7
Section 3. Scope of the research . . . . .	10
Chapter 2. Status of technological development . . . . .	13
Section 1. Export of radish seeds to Japanese market . . . . .	13
Section 2. Japanese market . . . . .	14
Section 3. Analysis of representative seeds in the market . . . . .	15
Chapter 3. Results of the research . . . . .	18
Section 1. Assessment and selection of purified lines . . . . .	18
Section 2. Selection of introductory lines . . . . .	26
Section 3. Combinations and incompatibility test . . . . .	34
Section 4. Local adaptability test and selection . . . . .	37
Section 5. Pilot test . . . . .	51
Section 6. Final test of the selections . . . . .	57
Section 7. Male sterility . . . . .	61
Chapter 4. Achievement of the objectives . . . . .	65
Section 1. Quantitative achievement . . . . .	65
Section 2. Achievement by year . . . . .	66
Chapter 5. The utilization plan of the results . . . . .	69
Section 1. Achievement of the research . . . . .	69
Section 2. Utilization plan and expected effects . . . . .	83
Chapter 6. References . . . . .	85

# 목 차

제 1 장 연구개발 과제의 개요	7
제 1 절 연구개발의 목적	7
제 2 절 연구개발의 필요성	7
제 3 절 연구개발의 범위	10
제 2 장 국내외 기술개발현황	13
제 1 절 우리나라의 대일본 무중자 수출현황	13
제 2 절 일본무 시장의 변화	14
제 3 절 목표시장의 품종 분석	15
제 3 장 연구개발 수행 결과	18
제 1 절 보유·수집 고정 계통들의 특성 검정 및 선발	18
제 2 절 분리계통의 선발	26
제 3 절 조합작성 및 자가불화합성 인자 분석	34
제 4 절 일본현지 조합선발시험	37
제 5 절 시교 및 시험채종	51
제 6 절 개발 품종의 일본 연락시험 결과	57
제 7 절 융성불임성 계통 육성	61
제 4 장 목표달성도 및 관련 분야에의 기여도	65
제 1 절 정량적 연구목표 및 달성도	65
제 2 절 연차별 연구개발목표, 내용 및 달성도	66
제 5 장 연구개발성과 및 성과활용계획	69
제 1 절 연구개발성과	69
제 2 절 연구개발성과의 활용방안 및 기대효과	83
제 6 장 참고 문헌	85

# 제 1 장 연구개발 과제의 개요

## 제 1 절 연구개발의 목적

무는 우리나라를 비롯하여 일본, 중국, 인도 등 아시아 지역을 대표하는 중요한 채소로 오랜 시간동안 자리를 굳히고 있다. 특히 일본에서 무는 재배 역사가 오래되었고 재배면적도 채소 중 가장 넓어, 일본 채소 종자회사에서는 무가 가장 중요한 위치를 점하고 있으며 무 종자 시장 규모는 약 500억 원 규모로 추산된다.

역사가 약 200년에 달하는 일본 채소 종자회사들은 일찍이 무 육종을 시작하여, 지금까지 많은 업체들이 육종에 참여하고 있다. 일본 무는 남지계형 무로서 우리나라에서 주로 소비되는 북지계무와는 구분되는 균으로서, 근장이 길고 근피가 고우며 육질이 연한 것이 특징이다. 우리나라 역시도 1970년대 이후 교배종 품종을 개발·판매하기 시작하여 F1 품종 역사가 40년을 넘고 있다. 품종의 수준도 복교잡에서 삼원교잡을 거쳐 단교잡으로 전환되며 발전하여 왔으며, 근래에는 대부분이 옹성불임성을 이용한 단교잡 품종으로서 순도가 100%에 달하는 고품질 품종을 판매하는 최고 수준의 육종 기술도에 도달하였다.

우리나라에서 일본으로의 무 종자수출은 대형 봄무를 시작으로 일본 가을무, 봄무 종자를 주로 수출하여왔고, 1990년 중반에는 본 연구자가 만추대 봄무를 수출함으로써 일본에서 국내 무 육종 기술을 인정받는 계기가 되었다.

하지만 2000년 중반 이후, 일본 회사들이 한국 품종과 유사한 품종을 자체 개발·생산하게 됨에 따라 대일본 종자 수출이 급격히 줄어들고 있는 실정이다. 이에 연구자는 기 보유한 봄무 품종개발 경험을 바탕으로 부가가치가 높은 봄무와 재배면적이 가장 넓은 가을무의 품종 개발 연구를 진행하였다.

이를 위한 사전 시장 조사 결과, 연구자가 1990년 중반에 발표하였던 소재가 현재 일본, 중국 등지에서 만추대 무 품종 육성에 활용되고 있는 실정을 확인하였다. 하지만 해당 품종의 경우, 품종보호출원을 통해 보호 받고 있는 F1 품종과는 달리 계통보호가 되지 않으므로, 근원적으로 소재를 보호하고 국내외 업체들과 차별화된 기술 수준을 유지·확대하기 위하여 옹성 불임성을 이용한 채소 신품종 개발에 주력하였다.

## 제 2 절 연구개발의 필요성

### 1. 연구개발 기술의 경제적 중요성

일본 내 무 재배면적은 2012년 현재 34,400ha 규모로, 매년 약 400~450ha의 감소 추이를 보이고 있다. 하지만 여전히 채소작물 중 재배면적 1위를 유지하고 있으며, 재배 지역의 분포가 일본 전역에 걸쳐져 있어, 일본 종묘 시장 내에서 가장 중요도가 높은 채소라고 할 수 있다. 더욱이 무 재배산지는 과채류의 수박, 메론 등과 일치하는 경우가 많아, 종자 영업적 측면에서도 타 상품과 큰 시너지효과를 내는 산지를 다수 보유하고 있어 그 전략적 중요도가 매우 높다.

일본 내 지역적 재배 현황을 살펴보면, 근래에는 수송수단의 발달로 겨울 저온기에는 남부 큐슈 지방에서, 여름 고온기에는 상대적으로 서늘하여 재배가 쉽고 상품률이 높은 홋카이도 지방으로 양분되는 현상을 나타내고 있다. 1990년대와 달리, 여름 고랭지 재배는 현재에는 거의 재배되지 않는 특징을 보이고 있다.

[표1] 일본의 채소재배면적 (2012년)

(단위: ha)

구분	무	양배추	단옥수수	양파	파	시금치	상추	당근
면적	34,400	34,100	25,00	24,900	23,000	21,700	20,900	18,900

출처: 일본 농림성 통계

일본 종묘 업계에 따르면, 무 종자 시장 규모는 약 USD 50억으로 추산되며 이 중 약 30%는 가정용, 소포장용, 또는 가공용으로 사용되고 있다. 재배 면적은 매년 소폭 감소하는 추세를 보이고 있으나, 고품질 신제품 개발에 따른 가격 상승효과로 인해 전체 시장 규모는 유사한 수준을 유지하고 있는 것으로 판단된다.

종자 가격은 2dl(1홉) 당 JPY 8,000~14,500 수준에 형성되어 있으며, 평균 단가는 매년 소폭 상승하고 있다. 특히 신제품의 경우, 기존 제품에 비해 10~20% 높은 가격대를 형성하고 있다. 대표적으로, 다끼종묘의 top-runner의 경우 2dl 당 JPY 14,500, 후지가제는 2dl 당 JPY 12,000의 가격대를 형성하여, 평균을 크게 웃도는 높은 가격대를 형성하고 있다.

봄무와 가을무의 가격차이는 1990년대에는 약 2배에 달하고 있었으나, 미가도 교화 종묘의 후꾸호마레(福響)가 가을무로 재배되면서 가을무 가격 상승을 견인하였다. 福響는 [만추계 x 가을무] 조합으로, 채종상 [만추계 x 만추계]와 유사하거나 더욱 높은 원가를 형성하였다. 또한 2dl(1홉)의 부피 단위로 판매되는 일본 시장 관행 상, 부피당 립수가 많은 만추계의 특성에 따라 단위 부피당 립수의 차이가 가격 상승을 이끈 주요한 원인으로 역할하였다. 립수가 많아짐에 따른 가격 상승효과는 농민 입장에서 큰 부작용 없이 받아들여져, 시장 전반적인 가격 상승이 이루어졌다.

근래에 일본무 시장은 추근 색깔이 연하고 비대가 빠르면서 H형이고 수확기의 폭이 넓으면서 가공 및 시장출하를 겸할 수 있는 고품질 품종을 요구하고 있다. 특히 봄용 품종은 기후 변화에 따른 추대의 불안을 해소할 수 있고 수확기에 재포기간이 넓은 안정된 품종을 요구하고 있어, 이러한 까다로운 조건을 충족시키는 품종은 높은 가격대를 형성하면서도 수요가 높아, 우수한 시장성을 인정받고 있다.

## 2. 연구개발 기술의 지리적·기술적 중요성

일본 간토 지방을 중심으로 형성되어 있는 일본 종자 업체들의 연구농장에 비하여, 국내 환경은 대체로 겨울이 길고 기온이 낮은 지역적 특성을 가진다. 따라서 이러한 기후적 여건을 육종에 활용하여 품종을 육성할 경우, 일본 현지 업체들의 개발품종에 비해 추대가 늦고 저온 비대가 빠른 우수한 계통을 선발할 수 있으므로, 일본 시장에서 경쟁력을 갖춘 만추대 품종 육성이 가능하다.



가을무는 우리나라의 경우 고온기에 파종하여 수확기까지의 급격한 기온 하강기에 재배되므로, 기온이 서서히 하강하는 일본 기후에 비해 적응성이 높은 계통을 선발할 수 있는 여건이 형성되어 있어, 이러한 선발 계통들을 이용하면 재배의 폭이 넓은 가을무 품종 개발의 가능성이 높은 것으로 평가된다.

[가을무 x 가을무] 품종은 국내에서보다는 이탈리아, 뉴질랜드 등의 대규모 기계화 지역에서 생산하는 것이 생산단가를 낮출 수 있어 국내 및 일본 종자 업체들이 주로 활용하는 일반적인 방법이다. 하지만 [만추대 x 가을무] 품종, 혹은 [만추대 x 만추대] 품종은 저온 요구도가 높아 이탈리아나 뉴질랜드 등지에서는 양친의 개화기 조정, 뿌리의 과도한 비대 등으로 채종이 어려운 단점이 있어, 국내가 보다 우호적인 재배 여건을 보유하고 있는 것으로 볼 수 있다. 실제로 근래에는 일본 종자업체들이 국내에서의 만추대 품종 위탁 채종을 시작하였으며, 종자 생산 단가측면에서도 국내 생산의 경우 10a 당 250~300만원 수준이나, 일본은 이에 비해 약 3배 정도 높아, 생산 원가 측면에서도 국내 생산이 유리한 조건을 보유하고 있다.

### 3. 연구개발 기술의 기술적 여건

무 육종기술은 일본에서 전래되었으나, 국내 기술 수준의 급속한 발전으로 인해 현재에는 국내 육종 수준이 일본과 유사하거나 다소 높은 수준에 이른 것으로 평가된다. 대일본 무 종자 수출 역사를 보면, 대형 봄무(고농조생대형 봄무)와 가을무(기이신 1·2호, 青さかり)와 봄무(R64, R67, S50140) 등이 일본의 무 시장을 장악한 바 있다. 이들은 대부분이 국내에서는 소비되지 않는 무 소재를 선정·연구하여 일본무로 육성한 것으로, 이는 국내 무 육종 기술의 우수성을 보여주는 것이라 할 수 있다.

소재 측면에서, 국내 무 품종들은 대체로 청수가 진하고 단단하고 추대가 빠른 북지계무가 주를 이루나, 일본의 경우 백수, 혹은 청수가 연하고 부드러우면서 추대도 늦은 남지계형무가 주류를 차지하고 있다. 하지만 최근 국내에서도 봄무 및 여름무의 모본으로 일본무를 이용하고 있어 [북지계무 x 남지계무]의 품종 육종의 경험이 축적되고 있는 상황이어서, 소재의 다양성 측면에서도 일본의 수준을 능가하고 있는 실정이다.

일본용 무 육성 경험은 일본뿐만이 아니라 중국, 인도에서의 무 품종 개발에도 많은 도움이 될 것으로 예상된다. 즉, 만추계 계통육성, 저온비대형 계통 육성 등은 추후 고품질의 중국·인도 무 개발의 모본이 지녀야하는 특성이 될 것이므로, 이러한 개발 경험은 국내 품종의 아시아 시장 진입 및 수출 활성화에 크게 기여할 것이다.

응성불임을 활용한 무 육종은 이론적 기반은 일본에 있으나, 실제적 활용에 있어 국내 대형 봄무, 여름무, 소형무, 열무 등에 더욱 활발히 활용됨으로써 우리나라에 많은 경험이 축적되어 있다. 따라서 이를 활용한 본 연구는 높은 수준의 고품질 우수 품종 육성 및 차별화 역량 유지를 위한 기반이 될 것이며, 채종 기술의 축적을 겸함으로써 국내 품종 연구의 자산으로서 역할 할 것이다.

## 제 3 절 연구개발의 범위

### 1. 만추대 봄무 품종 개발

#### 가. 보유·수집·분리 계통의 선발 및 특성 조사

일본 만추대 봄무 계통 육성, 보유 및 수집 계통들의 선발 및 특성조사를 위하여는 일본의 기후 조건에 최대한 근접한 환경이 필요하다. 따라서 이를 위해 수막재배 방식을 활용하여 연구 환경을 통제하였다. 추대는 저온과 일장이 큰 영향을 미치므로, 대체로 일본 종묘 업체들의 육종연구소가 위치한 지역보다 온도가 낮고 겨울이 긴 국내 기후를 적극적으로 이용하였다. 즉, 연중 가장 일장이 짧고 추운 12월 하순에 수막하우스 내에 파종하여 일본 찌바현 조시시의 겨울 무 수확기와 유사한 시기인 4월 중순에 수확·선발하고 정식하여 일장이 긴 봄 기간을 이용하여 계통의 특성 및 계통을 선발·조사하였다.

파종은 잡초를 억제하면서 지온을 올릴 수 있는 청색 멀칭을 이용하여 55cm x 20cm 간격으로 파종하였고, 재배기간 수막재배에 이용된 지하수의 온도는 약 13℃를 유지하였다. 또한 재배기간 동안 최저온도가 외부 기온의 영향을 최소화하여 0.5~1℃를 유지하도록 함으로써 무가 저온에 가장 잘 반응할 수 있는 환경을 조성하였다. 또한 온도가 상승하는 봄철에는 기온이 25℃가 넘을 경우 환기하는 등, 온도에 대한 철저한 관리를 하였다. 모본 선발 후 하우스 내에 정식하여 5~6월 중 교배를 하여 종자를 모두 수확하였고, 동 시기에 개화기를 조사하여 일장과 저온에 둔감한 계통을 선발하였다.

#### 나. 고정 계통의 조합 작성

만추대 계통은 저온요구도가 길어, 매년 10월 20일에 파종하여 발아 7~10일 후에 10cm x 10cm 간격으로 가식하였다. 겨울 동안의 관리는 수막재배 방식을 적용하였으며 이듬해 3월 초순에 정식하여 조합을 작성하였다.

또한 계통 육성 시에도 고정 계통 특성을 검정하고 정식하여 성숙 모본으로도 새로이 고정되는 계통과도 조합을 작성하였다.

#### 다. 일본 현지 조합 선발 시험

우리나라와 일본의 경우 기후 및 토성 상의 차이가 크므로, 이를 극복하는 동시에 품종 육성 시간을 단축시키고 선발된 조합의 장단점을 조기에 점검하기 위하여 일본 봄무 산지 중 가장 북쪽에 위치하고 농가의 재배 기술이 높으며, 근형 및 근장 측면에서 가장 우수한 품질을 생산하는 찌바현 조시시에서 시험을 수행하였다. 20년 간의 무 재배 경력을 보유하고 있는 우수 농가를 선정하였고, 포장은 주변보다 약간 높은 지역으로 폭우에 의한 피해가 적고 비료분이 낮은 시험지를 선택하였다. 연구의 정확성을 위하여 5년의 연구기간 동안 동일 장소에서 시험을 수행하였다.

봄무의 작형은 크게 12월~1월용 품종과 2월 파종용 2개 작형이 있으므로 매년 1차는 12월 25일 전후, 2차는 2월 5일 경에 파종하여 재배하였다. 재배 방식은 30cm x 23cm의 4열 멀칭 방식을 적용하였다. 1·2차 공히 재배방법은 일본 현지의 일반적인 재배 방식을 따랐으며, 1차의 경우 12월 25일 파종하여 시험구는 익년 4월 20~25일경에, 2차의 경우 2월 5일 경에 파종하여 시험구는 5월 10~15일 경에 수확하였다.



그림 1 교배화지 수확 전경

## 2. 조숙성 가을무 품종 개발

### 가. 보유·수집·분리 계통의 선발 및 특성 조사

가을무 계통의 시험은 일본 무 산지보다 빠른 시기인 8월 20~25일 경에 시행하였다. 이 시기는 일본 무 적기 파종기에 비해 온도가 높은 시기이다. 60cm x 25cm 간격으로 2열 재배 하였으며 수확 및 선발은 11월 하순에 수행하였다. 선발 후 수막하우스에 정식하여 겨울동안 수막재배를 이용하여 관리하였고, 익년 3~4월에 교배하였다.

### 나. 고정 계통의 조합 작성

가을무 계통들은 저온요구도가 낮아, 12월 중순에 파종하여 만추대 계통과 동일하게 10cm x 10cm 간격으로 가식하여 겨울 동안 수막재배법에 따라 육묘관리하고, 3월 초순에 정식하여 조합을 작성하였다. 일부 만추대와의 교배는 같은 교배하우스 내에 정식하므로 이들을 이용하여 조합을 작성하였다.

### 다. 일본 현지조합 선발 시험

만추대 시험을 수행하였던 찌바현 조시시의 같은 농가에서 가을 적기만 수행하였으며, 파종은 9월 15일 경, 수확은 11월 하순 혹은 12월 초순에 진행하였다. 태풍에 의한 피해가 많은 기후적 환경으로 인해 연차 간 근형, 근장, 근미비대 등에서 차이가 존재하였다. 재배는 해당 지역의 일반 재배 방식을 적용, 평이랑에 60cm x 25cm 간격으로 2열로 재배하였다.

### 3. 시교 및 시험생산

선발된 조합의 시교 종자 생산은, 만추계 계통의 경우 10월 20일 경 파종하고 가을무 계통은 12월 중순에 파종하여 10cm x 10cm의 간격으로 수막재배하우스 내에서 육묘하였다. 정식은 3월 중순경 소형망실에 우, 송 각 2열씩 정식하여 재배하였으며, 개화기에는 벌통을 투입하여 시교채종하였다. 시험생산은 농장에서 육묘하여 농가에 묘를 이송하여 일반농가에서 채종하는 방식으로 수행하였다.

### 4. 응성불임 계통 육성

자식주 없는 순도 높은 고품질 품종육성과 유전자원의 보호, 특히 최근의 불규칙적 기후 변화에 대비한 안정적 종자생산을 위하여 응성불임 계통을 육성하였다. 주로 추대성이 낮은 계통을 중점적으로 진행하였으며, 만추대는 10월 20일 경에 파종하고 가을계통은 12월 중순에 파종하였다. 이들을 수막재배하우스 내에서 육묘하여 3월 초·중순에 정식하여 여교잡으로 육성하였다. 응성불임은 오구라형(CGM.S.)을 이용하였다. BC<sub>2</sub>에서부터 30~40 개체를 파종하여 그 중 B-line과 가장 가까운 개체를 선발하여 이용함으로써 Back Cross 세대 시간을 줄이는 방법을 적용하였다.

## 제 2 장 국내외 기술개발현황

### 제 1 절 우리나라의 대일본 무종자 수출현황

우리나라는 1970~1980년대에 일본 종자업체들의 채종지로 활용되어왔다. 특히 남부 지역의 진도, 해남 중심으로 무, 배추, 양배추, 당근, 가부, 삼엽채 등 다양한 채소 종자들이 집중적으로 채종되었다.

국내 최초의 수출은 제일종묘에서 개발한 대형봄무 [시무 x 봄무] 품종이었다. 이후 고농종묘의 조생대형봄무, 흥농종묘의 가이신 1·2호를 이어 농우종묘의 아오사가리 등이 대량 수출된 품종이다. 특히 1990년 중반 R64, R67, S50140 등 만추대 품종이 발표된 이후 봄무 품종의 육종수준이 일본을 추월하여, 지금까지도 이들의 유사품종, 혹은 복제품종이 시장 내 주류를 점하고 있다. 이들 품종 중 일부는 중국으로도 전파되어, 저온기 재배 품종의 상당량을 차지하고 있는 것으로 파악되었다.

현재 국내에서 생산되어 일본으로 수출되고 있는 무 품종 중 국내 종묘업체에서 개발한 신품종은 급격히 감소하였고, 과거 본 연구자가 개발·출시한 품종의 유사품종들이 국내에서 생산되어 수출되고 있는 경우와, 일부 일본 종자업체의 국내채종본이 수출되는 경우가 대부분을 차지하고 있는 실정이다.

2000년대 국내 종묘업계의 외국계 기업에 의한 인수합병 후, 일본 무 신품종 개발은 침체 되었으며 이후 신규 품종 발표가 감소한 것이 사실이다. 또한 수출가격에서도 국내 생산비의 증가와 신품종 개발 부진으로 인해 가격상승을 기대하기 어려웠고, 2010년 흥농종묘에서 만추대 가격의 kg당 USD 200 이상을 선언한 후에야 비로소 단가가 다소 올라간 실정이다. 하지만 이는 경쟁력을 갖춘 신품종 개발로 인한 근본적 단가상승이 아니라 원가수준을 맞추기 위한 인위적 가격 상승으로, 중장기적인 국내 품종의 경쟁력 향상을 위해서는 품질이 뛰어난 신품종 개발이 지속되어야 한다.

[표2] 무 종자 수출량 (2008~2012)

(단위: kg)

구 분	2008	2009	2010	2011	2012
전체	167,480	277,563	166,932	161,731	168,557
일본	50,452	53,858	29,079	20,926	22,156

출처: 한국종자협회, KATI(농수산물수출지원정보)

## 제 2 절 일본무 시장의 변화

### 1. 봄무

일본 봄무는 어느 작형이나 추대의 안정성이 가장 큰 요인으로 작용하고 있다. 1980년대 후반까지는 [만추대 x 가을무] 조합이 주류를 이루고 있었으나, 연구자가 R67, S50140, R64를 발표한 이후 이들 품종이 대체적인 추대 표준이 되었다. 현재에는 이들 품종 작형에서 재배의 폭이 넓어짐에 따라 더욱 추대가 안정적인 품종이 요구되고 있는 추세다.

무 어깨부위 색깔(청수; 이후 청수)은 R64 발표 이전 품종인 다끼종묘의 T340까지는 청수가 진한 품종을 더욱 선호하였으나 R64 발표 이후 시장에서 청수가 연하지만 맛이 좋은 품종을 선호하기 시작하였고, 청수가 연한 것이 근피가 더욱 깨끗하게 보인다는 점에서 R64 수준, 혹은 그보다 연한 품종을 선호하는 특징을 보이고 있다. 특히 저온기 수확하는 품종은 무 속색깔(육색; 추후 육색)에 청색이 나타나는 품종을 기피하는 경향이 강해졌다. 이로 인해 최근에는 R64와 같이 생채 출하용과 가공용을 겸할 수 있는 품종을 선호하고 있는 추세다. 청육이 있는 품종은 염장시에 청색이 더욱 선명하고 진한 암청색으로 변하므로 가공 시 불리한 특성을 지니기 때문이다. 특히 미가도교화 종묘의 貴響(다까호마레)는 청육이 많이 나타나므로 대체 품종이 요구되고 있는 실정이다.

근장은 출하상자 52cm에 적합한 근장 37cm를 요구하고 있으며, 저온기에 근장이 짧을 경우 이는 결정적인 단점으로 작용한다. 이러한 추세에 맞추어 근형의 경우에도 근미비대가 낮은 V형에서 근미비대가 빠른 H형에 가까운 U형으로 점차 변화하고 있으며, 근장이 다소 짧더라도 상자 당 8개 들이 2L 규격에 맞는 상품 수량이 요구됨에 따라 H형으로 변해가고 있는 추세다. 근장이 길고 근미가 빠른 품종은 겨울, 봄의 온도 변화에 따른 변화가 크므로 안정성 측면에서 육종 상의 어려움이 존재한다.

가격은 신품종 발표가 많지 않아 거의 변동 없이 유지되고 있었으나, 2010년 이후 종자 생산 원가의 상승에 따라 점진적으로 상승하고 있다. 중소 종자업체들의 경우 대형종묘업체의 영향력에 의해 가격상승을 주저하는 경향을 보이고 있으나, 우수한 우점품종 출시 시 가격상승은 일반적인 것으로 인지되고 있다.

봄무는 남부 규슈 지방에서부터 시작하여 북부 홋카이도까지 재배되고, 재배면적에서도 아오모리, 홋카이도가 크다. 이들 지역은 기계화가 기 진행된 무 산지로, seed coating 종자를 2립 파종하는 재배산지로서 추후 립 수 판매로 이루어질 수 있는 여건이 조성되어 있고, 만추대 품종들은 대체로 소립이므로 수출 가격도 점차 증가할 것으로 예상된다.

### 2. 가을무

일본의 가을무 품종의 경우, 우수 품종에 대한 시장 수요가 매우 높고 전국적 재배지 분포를 가지고 있어 높은 시장 매력도를 보유하고 있다. 하지만 일본 시장의 경우, 태풍, 잦은 강우 및 폭우 등 기후의 변화에 따라 무 가격이 안정되지 못하고 연차 간 등락폭이 큰 특징을 나타내고 있다. 이러한 특징은 품종의 선호도에도 영향을 미쳐, 조숙성품종의 특성을 가진 동시에 재배 폭이 넓고 내한성을 갖고 있어 수확기의 폭이 넓은 품종이 요구되고 있다. 하지만 조숙성과 수확기의 폭이 넓은 형질은 반대되는 특성으로, 품종 육성 측면에서는 매우 난이도가 높은 과제가 되고 있다.

무 청수 색깔의 경우, 봄무와 마찬가지로 지금의 우점품종인 미가도교화종묘의 후꾸호마레(福譽)보다 연한 색깔이 요구되고 있는데, 이는 근피의 우수성과 연관이 높다. 따라서, 무 속색깔에 푸른색이 나타날 경우 수출품종으로서의 매력도가 급락하게 된다. 형태의 경우에도 근미가 잘 맺어진 H형 품종이 요구되며, 수확시 수확순도가 고르고 지상부가 번무하지 않은 품종에 대한 선호도가 높다.

가을 후기작형의 품종으로 터널재배와 노지재배형 품종이 있는데, 재배의 원가상승 및 재배의 어려움 등으로 인해 터널재배 방식은 점차 감소하고, 노지재배형의 품종에 대한 수요가 증가하고 있다. 또한 저온에 지상부가 강하고 근장이 저온기에 충분히 길고 근미비대가 되며 수확기인 2~3월에 추대가 늦은 품종을 요구하고 있어서, [만추대 x 가을무] 조합이 적합한 것으로 평가된다. 따라서 가격적 측면에서도 만추대 품종과 유사한 수준까지 상승할 것으로 예상된다.

[표3] 연도별 일본무 재배면적 (2007~2012)

(단위: ha)

구 분	2007	2008	2009	2010	2011	2012
전체	37,200	36,600	36,400	35,700	34,900	24,400
봄	5,010	5,010	5,000	4,930	4,890	4,710
여름	7,400	7,150	7,170	6,880	6,840	6,890
가을/겨울	24,800	24,500	24,200	23,900	23,200	22,800

출처: 일본농림성 통계

### 제 3 절 목표시장의 품종 분석

#### 1. 12월~1월 파종용 봄무

12월~1월 파종용 봄무는 연중 가장 추운 시기에 파종하여 재배하는 작형으로, 지상부가 대체로 강하고 뿌리의 저온신장성이 강해서 근장이 충분히 길어야 하고, 수확시기인 3~4월에 근미비대가 빠르고 추대가 늦으며 근피가 곱고 청수색깔이 진하지 않으면서 저온기에 어깨가 줄어드는 현상에 강한 품종이 시장에 요구되고 있다.

현재 재배되고 있는 품종으로는 설인종묘의 春風太(R67)과 미가도교화종묘의 貴譽, 근래에 발표된 다끼종묘의 Top runner가 대표적이며, 이 중 가장 우점 품종은 貴譽로서 비대성이 빠르고 volume이 큰 장점이 있으나 추대가 빠르고 청수가 진하며 청육이 있는 결정적인 단점이 있다. 또한 수확기에 비대가 너무 빨라서 가격이 낮을 경우 상품률이 급격히 감소하는 문제가 있다.

본 품종을 분석한 결과, 연구자가 발표했던 R63(夏得)의 분리계를 송친으로 이용하고 있어, 청육이 우성으로 작용하는 인자가 있으며 우친도 청수가 진한 계통을 이용하고 있어, 양친에 모두 청수진한 계통을 이용하고 있고, M.S.를 이용한 채종을 하고 있다. 추대성에서는 양친 모두 완전한 만추계가 아니므로 저온요구도가 높지 않아 추대가 불안한 품종으로 분석되었다.

Top runner는 연구자가 발표했던 R64의 우친과 봄미농과의 조합으로, 저온기 근장은 충분히 긴 편이나 근미비대가 낮고 volume이 작다. 청수색은 연한편이나 초자가 개장형으로 밀식재배나 터널재배에 불리한 특성을 갖고 있다. 우점품종인 貴譽보다는 추대가 늦으나 온도가 올라가면 세장형으로 되는 단점을 지니고 있다.

## 2. 2월 파종용 봄무

2월 파종용 봄무는 일본 봄무 중 가장 재배면적이 넓은 작형이다. 일반 산지뿐만 아니라 아오모리, 홋카이도의 초기 재배 품종으로도 같이 사용되는 작형으로, 추대성과 위황성에 대한 내병성을 갖추어야 하는 조건을 충족하는 품종이 요구되고 있다.

현재까지 본 작형에서 우점하고 있는 품종은 연구자가 발표한 R64와 유사품종, 즉 남도종묘의 YR桜坂, 다끼종묘의 후지가제, 설인종묘의 만만지 등이다. 이들은 R64의 특성과 큰 차별성이 없는 품종들로, 발표 초기에는 저장종자가 아닌 전 햇종자들이므로 추대가 늦다는 평가가 있었으나 2-3년 후에는 같아진다는 평가를 받고 있다.

일반 평탄지 재배에서는 추대성에 큰 문제가 없으나, 아오모리나 홋카이도 초기 재배 시에는 추대가 나타나는 경우가 많고 수확기에 온도가 높아지면 근장이 과도하게 길어지는 문제가 발견된다. 이들 양친 중 송친이 일장에 민감한 품종으로, 이 계통만큼 저온비대성이 우수한 계통 육성이 아직은 발표되지 않고 있는 상황이다.

## 3. 가을 적기무

가을무 우점품종은 미가도교화종묘의 福譽이다. 福天下를 발표한 후에 본 품종을 봄품종으로 발표하였으나, 추대성의 불안으로 인해 가을무로 전환한 후 우점품종으로 자리 잡게 되었다. 근피가 곱고 비대가 빠르며 H형으로 근형이 우수하고 지상부가 번무하지 않다. 하지만 청수가 진하고 저온기에 수확을 하면 청육색이 나타나며 지상부가 약한 단점을 지니고 있다. 발표 초기에는 자가불화합성 품종으로 발표한 후 M.S.화(化)하여 현재는 M.S. 채종한 품종이다. 이 품종 역시 연구자가 발표한 R63(夏得)에서 분리한 청색이 진한 장형계 계통과, 가을무 중에서 근장이 짧고 비대가 빠른 계통을 이용한 조합이다.

2013년 가을 적기에서는 많은 태풍과 잦은 강우로 인하여 근장이 극히 짧고 무의 중간 부분이 다소 잘록해지는 특성을 나타내었다. 하지만 청수를 연하게 하고 청육이 없으며 저온기 지상부가 강한 특성을 갖게 할 경우, 시장 내에서 선호가 높은 품종이 될 것으로 예상된다.



[표4] 일본무 작형별 품종

지역명	재배면적(ha)	작형		품종
		파종	수확	
北海道	3,830	3-4월	6-7월	喜太一、トッبرانナー、つや風
		5-6월	7-8월	トッبرانナー、晩抽喜太一、貴宮、夢譽
青森	2,990	3-4월	6-7월	喜太一、トッبرانナー、つや風
岩手	993	5월	7월	トッبرانナー、晩抽喜太一、貴宮、夢譽
宮城	665	6월	8월	貴宮、夏つかさ匂、夏のきざし
秋田	576	6-7월	8-9월	夏つかさ、夏の翼、夏の守、献夏37号、健志、冬自慢
山形	539			
福島	749			
茨城	1,300	10-11 (터널)	3-4월	初譽、春風太、春慶、濱の春
栃木	484	12-3 (터널)	4-5월	貴譽、春岬、春神樂、喜太一、夢譽、トッبرانナー
群馬	927	3-4 (노지멀칭)	5-6월	貴宮、晩抽喜太一、夢譽
埼玉	586	8월	10-11월	夏つかさ快、夏の翼、夏の守
千葉	2,960	9월	11-1월	福譽、冬自慢、冬人88、冬みね
東京	231			
神奈川	1,160	9월 상순	11월	夏つかさ快、夏の翼、
		9월 중순	12-1월	福譽、冬自慢、冬人88、冬みね
		9월 하순	1-2월	青譽、冬人88、冬みね
		10월 하순	3월	冬みね
徳島	415	9월 하순	11월	夏つかさ快、夏の翼、
		9월 중순	12-1월	福譽、冬自慢、冬人88、冬みね
		9월 하순	1-2월	里むすめ、冬人88、
長崎	740	10-11월	3-4월	初譽、春風太、春慶、ともしび
熊本	912	12-3월 (터널)	4-5월	貴譽、春岬、春神樂、喜太一、夢譽、トッبرانナー
大分	427	3-4월	5-6월	晩抽喜太一、夢譽
宮崎	1,970	8월	10-11월	夏つかさ快、夏の翼、夏の守
鹿児島	2,130	9월	11-1월	福譽、冬自慢、冬人88、冬みね

## 제 3 장 연구개발 수행 결과

### 제 1 절 보유·수집 고정 계통들의 특성 검정 및 선발

#### 1. 봄무 계통

봄무 품종육성을 위하여는 추대가 늦고 근신장성이 강하거나 근미비대가 빠른 계통을 선발하는 것이 기본이므로, 이를 일본무 재배시기의 기온과 유사한 환경에 맞추어 선발할 필요가 있다. 본 연구에서는 국내에서 이러한 환경을 조성하기 위하여, 비닐과 보온 덮개 등을 활용하여 보온하는 기존의 방법에서 탈피하여, 재배를 효율적으로 하고 시설 면적을 늘리며 관리가 편리한 수막재배법을 이용하여 만추대의 계통 검정을 실시하였다. 이러한 방식은 보온 덮개를 이용하는 기존 방법에 비해, 일장 측면에서 약 1~1.5 시간 길어, 일장에 둔감한 계통 선발을 위한 효과적인 방법으로 평가된다.

국내에서 일장이 가장 짧은 동지 경에 파종하여 가장 기온이 낮은 1월을 지나면서 저온감응에 가장 효과적인 0~4℃에서 충분한 시간을 보내도록 하였다. 또한 일본의 만추대가 수확되는 4월 중순에 수확되도록 재배시기를 조절함으로써 만추대, 저온비대성·저온뿌리신장성이 우수한 계통을 선발하였다.

고정 계통은 대부분 연구자가 기 육성해두었던 계통들로, 5년에 걸쳐 239 계통을 공시하여 104개 계통을 선발, 성숙 모본으로 직접 조합 작성에 이용하거나 차년도 미숙모본을 이용하는 방법으로 조합 작성에 활용하였다.

2009년에는 86계통을 12월 30일에 파종·수확하여 선발하였다. 대체로 공시된 계통들은 일본 무인 おはる에서 분리·고정한 계통 간의 계통이 주류를 이루었고, 이들은 지상부가 번무하지 않고 근피가 고우며 대체로 저온기에 생장이 좋고 바람들이와 추대가 늦은 계통들이 많았다.

대비 계통으로 R64의 우친을 이용하여 더욱 근장이 길고 추대가 늦은 BN9012, BN9016 등이 선발되어 저온기에 우수한 조합 작성에 활용되었고, 그 외 아계들은 근장이 유사, 또는 짧지만 근미비대가 우수한 계통을 선발하였다. 이들과 잡종강세 현상이 강하게 나타나는 봄미농인 BN9071, BN9078이 선발되었고, 추대가 매우 늦는 BN9005, BN9056, BN9067 등이 선발되었다. 특히 이들 계통은 조합 작성에 공시하여 조합을 검정 후, 소재보호를 위한 M.S.를 시작하였다.

2010년에는 12월 29일에 파종, 전년도와 동일한 방식으로 재배하여 4월 14일에 수확·선발하였다. 전년도 선발 계통들의 재검정도 시행되었으며, 연차 간 변이 정도를 평가하며 새로운 계통을 선발하였다. BN03은 잎이 진하고 초자가 입성이며 저온기 근신장성이 우수하여 선발되었고, [おはる x おはる] 분리계 중 추대가 늦은 BN016, BN027 등이 유망시되었다. 특히 BN027은 어깨 형태가 가름한 형으로, 계통의 활용도가 넓은 특성을 보였다. 또한 청수가 연하고 저온기에 지상부가 강하고 저온 근신장성이 우수한 BN075, BN076 등이 선발되어 웅성불임 계통으로 전환에 공시하였다.

2011년도에는 파종 시기를 다소 앞당겨 12월 21일에 파종, 전년도와 동일한 방식으로 재배하여 예년보다 이틀 빠른 4월 12일에 수확·선발하였다. 2년간 주시하였던 계통들의 특성이 연차 간 파종기간에도 차이가 없이 추대, 근장, 근미 등에 있어 안정성을 보였다. 근래에는 점차 청수 색깔이 연해져 가는 추세이므로, 이들의 만추대성 계통이 요구되고 있었다.

2012년도에는 12월 20일에 파종, 4월 14일에 수확·선발하여 유사한 방식의 연구를 진행하였다. OH414-2-53-53-52의 분리계통들 중 근장이 길며 추대가 극히 늦고 자가불화합성 인자가 다른 계통이 선발되어 유망시되었고, 이들은 M.S.로 계통을 만든 후 원종채종에 어려움이 없는 3원교잡 M.S. 품종으로 사용하고자 계획하고 핵치환을 진행하였다. 청수가 연하고 저온신장력이 좋은 계통으로 1D2가 선발되었으며, 이는 근장도 길어 저온기 송친으로서 활용성이 높을 것으로 예상된다.

5년차인 2013년도에는 12월 18일에 파종, 봄철에 유난히 맑은 날씨가 지속되어 4월 10일에 수확·선발되었다. 우친형으로 저온에 지상부가 강하고 엽장이 길지 않은 R67 우친과 おはる 분리계 중 근장이 긴 계통 간의 조합에서 분리한 고정 계통이 근장이 길었으나, 근미비대는 대체로 늦었으며 송친형으로 청수가 연하고 지상부에 번무하지 않으면서 추근이 빠른 ACDMJ 계통이 선발되어 봄 후기의 조합에 활용할 수 있는 계통으로 선발되었다. 봄무의 추대성애 가을무의 근피를 주 목적으로 선발하였던 D708 계통이 추대가 늦고 근피가 고우며 근장도 상대적으로 저온기에 긴 편이어서 조합 작성에 활용하였다. 봄미농에 근미비대가 빠른 이상을 교배하여 추대가 늦고 근미비대가 빠른 계통을 육성하고자 분리·선발한 계통이 충분한 가능성을 보였다.

[표5] 청수 만추대 주요 고정계통 특성

연차	BN	계통명	임성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	근장 (cm)	근미비대 (1-5)***	바람들이 (1-5)***	개화일 (월.일)	청수 (1-5)****
			FS	BS							
1차 년도 (2009)	9003	641	0.02	0.6	4	4	34	3.5	5	5.28	3.5
	9131	OH	0	1.5	3	4	32	3	5	5.27	2.5
	9005	146AC-30	0	1.2	3.5	4	28	3.3	5	6.12	3
	9008	146AC-484	0	0.2	3.5	4	39	3	5	5.27	3.5
	9012	OH-2-51-2-54 -51-51-51-2	0.04	0.7	3	4	36	2.5	5	6.5	2.5
	9016	OH-2-51-53-9 -52-51-1	0.04	0.8	3	4	37	3.3	5	6.4	2.5
	9029	OH664-1-60-52 -52-52-51-51	0.03	0.7	3.5	4	27	2	5	5.20	3
	9030	OH664-57-53-51 -52-52-51-51-52	0	2.1	3.5	4	24	2	5	5.28	2.5
	9038	OH414-2-53-53 -52-51-53-1-1	0.1	1.0	3.7	3.3	31	2.5	5	6.11	2.5
	9056	641HU-56-52 -51-52-52	0.5	1.2	3.7	3	37	2	5	6.8	4
	9067	641HU-56-52 -53-56-52	0.3	1.5	3.7	3.3	34	2.5	5	6.15	4
	9071	DMJ	1.4	2.0	3	4	40	4	4	5.22	1.5
	9078	8DSN	1.3	1.5	3.5	3.7	39	4.2	4	5.20	1.5
	9085	6YD163	1.0	1.3	3.5	4.2	25	3	4	5.22	1

연차	BN	계통명	임성		초차 (1-5)*	엽색 (1-5)**	근장 (cm)	근비대 (1-5)***	바람 들이 (1-5)****	개화일 (월.일)	청수 (1-5)*****
			FS	BS							
2차 년도 (2010)	021	OH	0	1.4	3	4	37	3	5	6.6	2.5
	03	3641-2-52-53-51 -52-51-51-51-52	0.03	0.2	4	4.2	35	4	5	6.3	4
	012	1OH-2-51-52-51 -2-1-53-51	0	0.4	3	4	42	3	5	6.7	2
	016	OH414-1-60-52-53 -52-51-51-51-51	0.04	0.0 5	3	4	31	2.5	4.5	6.14	2.5
	022	OH414-2-60-52- 51-51-52-1-1-51	0	0.0 7	3.5	4	34	2.5	4.5	6.5	2.5
	027	OH414-3-63-54-5 2-51-52-1-52-52	0	0.2	3	4	33	3	5	6.14	3.5
	074	D596-7W	0.8	0.3	3	4	38	3.5	4	6.4	1.5
	070	D667-1-52-52-51- 2-52-1	0.03	0	3.5	4	24	2	4	5.28	3
	075	D771-2B-79-52- 60-51-51-51-2	0	1.0	3.5	4.2	35	2.5	4	5.27	2
	076	D771-2B-61-54 -58-51-51-1-1	0.1	0.8	3.5	4	39	3	4	6.1	2
3차 년도 (2011)	1050	OH	0	1.4	3	4	34	3.5	5	5.25	2.5
	1003	OH414-3-63-54-5 2-51-52-102-1	0.04	1.0	3.5	4	36	3	5	6.1	3
	1004	OH414-2-60-52-51 -51-52-1-1-51-52	0	0.0 3	3.5	3.7	37	3	5	6.9	2.5
	1005	OH414-2-53-53-52-5 1-53-1-1-51-51 (S1)	0	0.6	3.5	3.7	37	2.5	5	6.13	3
	1007	OH414-3-53-52-51- 52-51-51-51-51-52	-	0.1	3.7	3.7	24	2.5	5	6.6	2.5
	1008	OH414-2-63-51-2 -2-51-51	0	0.3	3.5	3.7	26	3	5	6.8	2.5
	1016	641Hu-56-52-51 -52-52-52-52	0.1	2.6	3.3	3.5	40	3	4	5.21	2
	1018	641Hu-56-52-53-5 6-52-52-51 (S2)	0.03	0.8	3.3	3.5	37	3	4	6.13	2
	1019	641Hu-56-52-53 -56-51-51-1 (S1)	0.08	0.2	3.3	3.5	36	3	4	6.12	2
	1029	DMJ	1.1	1.0	3.7	4	35	3.5	4	5.22	2
	1023	D771-2B-79-52-6 0-51-51-51-2-51	0.1	0.7	4	4	35	2.5	4	5.18	2
	1034	83ACD-57-56-54 -53-51	0.2	1.3	4	4	33	3.5	4	5.24	2

연차	BN	계통명	입성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	근장 (cm)	근미 비대 (1-5)***	바람 들이 (1-5)****	개화일 (월.일)	청수 (1-5)*****
			FS	BS							
4차 년도 (2012)	2001	OH	0.1	1.3	3.4	4	28	4	5	5.29	2.5
	2003	OH414-3-63-54-52 -51-52-1-52-1-21	0.03	1.2	3.5	4	27	3	5	6.3	3
	2004	OH414-2-53-53-52- 51-53-1-1-51-51-21	0.1	0.6	3.5	3.5	37	2.5	5	6.10	2.5
	2008	OH414-2-53-53-52- -51-53-1-1-2-1-1	0.2	1.3	3.5	3.5	34	3	5	6.7	2.5
	2012	OH414-2-53-53-52- -51-53-1-2-1-1-2	0.03	1.4	3.5	4	34	3	5	5.25	2.5
	2013	OH414-2-60-52-1- -1-52-1-1-1-1	0.03	0.4	4	4	30	2.5	5	6.9	2.5
	2014	OH414-2-60-55-52-5 1-51-51-51-52-51-1	0.2	1.4	3	4	27	3	5	5.27	2.5
	2015	OH414-2-60-52-52-5 3-52-51-51-51-52-1	0.03	1.0	3.5	4	24	2.5	5	6.10	2.5
	2019	D596	1.9	1.3	3.5	4	41	4.5	4	5.22	2
	2021	1D2	1.2	1.5	3	4	38	4.5	4	5.20	1.5
	2023	D771-2B-79-52-60 -51-51-51-2-51-51	0.1	1.9	4	4	35	2.5	4	5.27	2
2024	83ACD-57-56-54 -53-51-51	1.0	-	4	4	34	4	4	5.23	2.5	
5차 년도 (2013)	3001	OH	0	-	3	4	31	4	5	5.25	2.5
	3049	708414-1-55-23- 52-51	0.4	-	3	4	41	3	4.5	5.22	4
	3061	641OH장-2-51 -52-54-52	0	-	3	3.7	41	4.2	4.5	5.21	3
	3063	641OH장-1-51-21 -51-51	0.02	-	3	4.3	41	4.2	4.5	5.21	3.5
	3069	ACDMJ-1-53-51- 51-21-51	0.7	-	3	3.9	37	3.8	4.5	5.22	2
	3074	ACDMJ-1-53-53- 51-21-52-51	0	-	2.2	4	37	2.8	4.5	5.26	2
	3084	D708-1-51-23-5 1-51	0.2	-	3	3.1	33	3	4	5.24	2
	3086	D708-1-51-23-5 3-51	0.3	-	3	3	34	3	4	5.28	2
	3089	AC8JM-1-S57-21 -51-51	0	-	2.5	3.5	40	2	4	5.21	1.5
	3162	OH708진-1-52-52 -21-51	0.2	-	3.5	4.1	36	4.2	4.5	5.22	3.5
3171	12M-51	0.02	-	3.1	4	30	3.3	4.5	5.24	2.5	

※ FS: Flowering Selfing( /교배화수)

BS: Bud Selfing(립수/교배화수)

\* 1(개장) - 5(입성)

\*\* 1(연록) - 5(농록)

\*\*\* 1(초) - 5(만)

\*\*\*\* 1(초) - 5(만)

\*\*\*\*\* 1(연) - 5(진)



그림 2 하우스 무(계통) 수확 전경

## 2. 가을무 계통

가을무의 현재 우점품종인 福譽의 조합은 [만추대 x 가을무]로, [가을무 x 가을무] 조합의 형태를 넘어서 더욱 강한 잡종강세 현상을 나타내고 있다. 단, 만추계의 활용은 봄무에서 진행되고 있으므로 본 장에서는 가을무계 소재의 육성만을 다루도록 한다.

2009년도에는 80계통을 공시, 24계통을 선발하여 조합 작성 및 불화합성 검정에 이용하였다. 이들 중 우형으로 근장은 길지 않으나 근미비대가 빠르면서 초세가 상대적으로 강하고 근피가 고운 계통을 선발하였고, 송형으로는 근미비대는 빠르지 않으나 근장이 길고 청수가 연한 계통을 주로 선발하여 이용하였다. 대체로 우친보다는 송친형에서 육질이 단단하고 바람들이가 늦으며, 잔뿌리가 적은 특성을 보였다.

2010년은 파종기에 계속되는 강우로 인해 노지 시험이 불가하여 재배 면적이 하우스로만 제한되어 분리계통들만 공시하였고 고정 계통은 배제하였다.

2011년에는 일부 만추대 계통들도 파종하여 선발한 결과, 만추계들이 대체로 근장이 길고 바람들이도 늦으며 소재의 다양성이 우수함이 확인되었다. 그러나 가을무 계통에 비하여 근피가 곱지 못한 것들이 많아 이들의 상대친으로 근미비대가 빠르면서 근피가 곱고 지상부가 번무하지 않은 계통이 요구되었다. 이들의 상대친 확보를 위하여 비대가 빠른 계통 위주로 선발하여 조합 작성에 이용하였다.

2012년에는 전년도에 공시하였던 만추계들의 제 성능을 검정하고 이들의 아계 계통을 검토하였고, 가을 후기 작형에 이용할 수 있는 근장이 길고 지상부가 강하며 엽수가 많고 추위에 대체로 강한 계통들을 공시·선발하였다. 이들은 대체로 엽수가 많은 이유로 청수가 연하고 엽분화 속도가 빠른 특성을 지니고 있었으며, 이들을 활용한 만추계 계통과의 조합으로 가을후기 작형용 조합 작성에 이용하였다.

2013년에는 전년도에 고정 단계에 있는 많은 우, 송친을 검정하여 고정 여부와 전년도 Test Cross 결과에 따른 조합 작성을 하고자, OH708진과 7084HDKW 계통이 대비 계통인 M708(진)과 7M708-51을 이용하여 검정하였다.

OH708진 계통들은 근장이 길고 지상부가 번무하지 않으며 대체로 근피가 고운 특성을 가지고 있었고, 7084HDKW 계통들은 근미비대가 빠르고 근피가 고우며 근경이 큰 특성을 가진 계통이 많아 차년도에 기대되는 조합 선발이 예상되었으나, 福譽보다 청수가 확연히 연한 조합작성이 되지 않을 것으로 예상되어, 우친의 연한 청수 계통 육성의 필요성이 도출되었다.

[표6] 가을 주요 고정 계통 특성

연차	BN	계통명	임성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	엽장 (1-5)**	근장 (cm)	근피 (1-5)**	바람 들이 (1-5)**	근미 비대 (1-5)**
			FS	BS							
1차 년도 (2009)	9313	M708(진)	0.1	1.8	3.5	4	3.5	41	3	4	2
	9314	63-1-52-52-G7	0.2	1.1	3.5	4.1	3.3	40	3	4	2.5
	9304	8DOH-51-1	0.03	1.2	3.5	4.2	3.3	38	3.5	5	4
	9305	OH414-2-60-52-52-0	0	2.2	3.7	4.2	3	33	3	5	2
	9306	OH68-1-54-59-G6	2.3	2.1	3.7	4	3.2	32	3	5	2
	9320	OH52FA-31-52-52-0	0.03	0.9	3.7	4.1	3.8	39	3.5	5	3
	9322	OH52FA-1-57-G8	0	0.6	3.8	4.2	3.8	41	3.5	5	3
	9330	664-51	0.1	1.1	4	4.2	3.5	32	3.5	5	3.5
	9333	YGHD81-52-53-53-53-51-1-51	0.1	2.4	4	4	3.3	37	3	4	3
	9335	7M708-51-51	0	0.8	3.8	3.8	3.5	30	4	4	1.5
	9336	4HDKW-1-59-51-51-51-51-0	0	1.5	4.1	3.5	3.7	34	4	4	2
	9344	4HDKW-2-56-52-51-52-52-51-51	0.4	1.3	4	4	3.4	34	4	4	1.5
	9370	1667	0.03	1.1	3.3	4.2	3.7	34	3.5	4	2
2차 년도 (2010)	연속 강우로 파종 불가										

연차	BN	계통명	임성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	엽장 (1-5)**	근장 (cm)	근피 (1-5)**	바람 들이 (1-5)**	근미 비대 (1-5)**
			FS	BS							
3차 년도 (2011)	1205	M708(진)	0.2	2.1	3	4	3	37	3	4	3
	1202	OH414-3-63-54-52-51-52-1-52-1	0.04	2.9	3	4.2	2.5	30	3	5	3
	1210	9T5A-2-1-1	0	1.5	2.5	4	4	42	4	5	4.5
	1011	9도-51	1.8	2.1	2	4	3.5	36	4	5	4
	1212	OH52FA-1-10-G8-51-51	0.5	1.9	2.5	4.2	3.5	35	3.5	5	3.7
	1216	54D-2-10-55	0.1	0.4	3	4	3.5	33	4	4.5	4
	1220	4HDKW-2-56-52-51-52-52-51-51-51	0.1	3.0	2	4	3.5	30	3.5	4	2.5
	1221	4HDKW-2-54-52-51-51-53-51-1-1	0.2	4.3	2.5	3.7	3.5	34	3.5	4	3.5
	1224	5HD-52-51-G7-1-1	0.2	1.9	2.5	4.2	2.5	37	4	4	3
	1226	5HDF-51-1-1-1-1-1	-	2.1	2.7	4.2	3	38	4	4	3.5
	1231	9NS-15	0.2	0.3	4	3.5	4	32	4	3.7	4
	1248	(OHxOH412)-1-51-51-52-51	0	0.3	2.5	4	4	38	4	4	3.5
4차 년도 (2012)	2206	M708(진)	0.2	3.0	3	4	3	40	3	4	3
	2202	OH414-3-63-54-52	0.03	2.0	3	4.2	2.5	28	3	4.5	2.5
	2207	63-1-62	0.07	3.0	3	4	2.5	35	4	4.5	3
	2208	63-51-58	0.1	2.0	2	3.8	3	36	4	4.5	3
	2009	771H	0.7	2.0	3	4	4	32	3.5	4	3.5
	2214	HR1	0.03	2.0	2.5	3.5	4	39	3	4	3
	2220	HUH-21	0	1.3	3	2.5	4.5	34	4	4.5	3.5
	2221	HUH-22	0.1	0.8	3	3	4.5	33	4	4.5	4
	2224	DNG-21	0	2.5	2.5	2.5	4.5	45	4	3.5	3
	2225	5HD-52-51	0.03	1.9	2.5	4.2	2.5	34	4	4	3
	2230	9도-51	0.1	0.8	3	4	3.5	40	4	5	3.5
	2231	2K010	0.1	2.6	2.5	4	4	39	4	5	3



연차	BN	계통명	입성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	엽장 (1-5)***	근장 (cm)	근피 (1-5)****	바람 들이 (1-5)****	근 미 비 대 (1-5)*****
			FS	BS							
5차 년도 (2013)	3201	OH	교배중	교배중	3.2	4	3.5	33	4	5	3
	3202	OH414-3-63- 54-52	교배중	교배중	3.5	4	3	31	4	4.5	3
	3204	OH-01-1-21	교배중	교배중	3	4.1	3.7	36	4	4.5	4
	3205	M708(진)	교배중	교배중	3.5	3.8	3.5	38	4	4	3
	3263	OH708진-1-52- 55-21-2-21	교배중	교배중	3	4	3.8	39	4	4.5	2.5
	3271	OH708진-2-53- 55-21-21	교배중	교배중	3.3	4	3.7	39	4	4.5	2.5
	3275	OH708진-2-53- 59-21-21	교배중	교배중	3.3	3.8	3.5	38	4	4.5	2.5
	3289	OH708진-2-54- 56-21-21	교배중	교배중	3.3	4	3.7	41	4	4.5	2.8
	3292	7M708-51	교배중	교배중	3.5	3.7	4	33	4	4	2
	3293	7084HDKW-51- 51-51-22-1-21	교배중	교배중	3.9	3.5	4	33	4	4	1.8
	3297	7084HDKW-52- 56-52-21-1-21	교배중	교배중	3.5	3.8	2.9	31	4	4	1.8
	3300	7084HDKW-52- 56-52-22-21	교배중	교배중	3.7	3.6	3.8	30	4	4	1.8

※ FS: flowering Selfing( /교배화수)

BS: Bud Selfing(립수/교배화수)

- \* 1(개장) - 5(입성)
- \*\* 1(여록) - 5(동록)
- \*\*\* 1(단) - 5(징)
- \*\*\*\* 1(불량) - 5(양호)
- \*\*\*\* 1(조) - 5(만)
- \*\*\*\*\* 1(조) - 5(만)



그림 3 가을무 계통 재배 전경

## 제 2 절 분리계통의 선발

### 1. 범무

본 시험을 진행하는 5년 간 513 계통을 공시하여 873 개체를 선발하였으며, 당해에 종자를 수확하였다. 분리 계통 육성도 고정 계통과 동일하게 12월말, 또는 하순경에 수막재배하우스에 파종하여 충분한 저온 감응을 생육 중에 받고 추대가 조금씩 보이는 4월 중순에 수확·선발하여 정식하여 당해에 모두 종자를 수확하였다. 이 과정에서 개화기 조사를 수행하여 추대의 저온, 일장에 복합적으로 둔감한 계통을 선발하고자 하였다.

2009년에는 상친형인 저온신장성과 저온비대력이 우수하면서 추대가 늦은 계통 선발을 주 목표로 진행하였으나, 그 결과로 추대가 충분히 늦어지는 계통은 적어 기대한 성과를 거두지 못하였다. 우친형으로 おはる 계통 중에 봄 후기 작형에 사용할 수 있는 다소 짧고 근미비대가 빠른 계통을 선발하고자 분리계통을 중점적으로 연구하였다.

2010년에는 전년도에 선발된 상형의 계통 가능성을 재검정·선발하였고, 이들 중에는 1442D 계통이 지상부가 번무하였으나 추대의 안정성이 있는 것으로 평가되어 활용성이 높은 계통으로 선발되었고, 우친계의 장형 소재 탐색·선발을 위하여 많은 면적을 이용하여 충분한 가능성을 확인·선발하였다.

2011년에는 전년도와 유사한 목표로 초기분리세대를 많이 공시하여 선발하였으나 추대성에서 소재의 범위를 벗어나는 계통선발이 어려웠다. 이는 생육기의 기상, 즉 일조시수와 관련성이 많은 것으로 추정되며, 이러한 문제를 극복하기 위하여 고정 분리 계통을 지속적으로 공시하여 연차 간 차이가 적은 계통을 선발할 필요성이 제기되었다.

2012년 시험에서는 [おはる x おはる] 분리계통들의 고정 단계여서 이들의 최종 선발을 위한 분리계통 공시가 있었고, 이들에서 대체로 근피, 육질, 근미, 추대 등에서 우수한 계통이 선발되었다. 또한 중간 분리계끼리의 만추대 초기분리세대에서 차별화되는 계통의 선발이 있어서 더욱 만추대 계통 육성에 기여할 것으로 평가되었다. [봄미농 x 이상] 분리계에서 청수가 연하고 근미비대가 빠른 계통이 선발되어 유망시되었고, 전년도에 진행한 Test Cross의 결과에서도 기존 고정 계통과의 조합능력이 대체로 양호한 결과를 보였다.

2013년 시험에서도 전년도 목표와 유사하게 선발계통들의 고정정도, 추대성, 근미비대, 청수 색깔 등을 중점적으로 선발하였다. 특이한 결과로 만추대 [おはる x おはる] 분리 초기세대에서 전년도와 같이 추대가 아주 늦어지는 계통을 선발할 수 있었으며, 일부는 종자 수확 립수가 적어 미숙모본으로 세대를 진전한 후 재선발하는 방법으로 시험을 수행하였다. 저온기에 이용할 수 있는 초세가 강하고 지상부가 조금 번무하면서 저온 신장성이 좋은 D771 계통들이 선발되어 저온기 활용 계통의 다양성에 기여할 수 있게 되었다.

[표7] 청수 만추대 주요 분리선발계통 특성

연차	BN	계통명	임성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	근장 (cm)	근미 비대 (1-5)***	바람 들이 (1-5)***	개화일 (월.일)	청수 (1-5)****
			FS	BS							
1차 년도 (2009)	9111	DWM-63-52-52-51	0.5	1.1	3	4	41	3.5	4	5.28	1.5
	9115	83ACD-57-56 -53-51	1.4	1.1	3.2	4.2	34	3	4	5.22	1.5
	9122	(664AC-2 x DMJ) -1-58-51	0.5	2.2	3.5	3.9	42	2	4	5.26	1.5
	9124	(664AC-2 x DMJ) -1-60-51	0.1	1.3	3.5	3.9	41	2.5	4	5.30	1.5
	9137	1442D-1-54-51 -51-51-53	1.2	1.3	3.5	3.9	42	3.5	4	5.28	4
	9142	(JH만 x D596) -1-52-1-52	0.1	1.0	3.7	4	47	3.5	4	6.12	2
	9128	(OH x OH412) -1-52-52	0	1.3	4.0	3.7	37	2.5	5	5.31	3
	9132	(OH x OBG)-1 -S53-52	0.1	0.5	3.7	4.2	35	3	5	6.1	3
	9135	(OH x OBG)-1 -S56-52	0.1	0.8	3.7	4.1	25	2.5	5	6.2	3
2차 년도 (2010)	078	DWM-63-52-52-52- 52-51	0.6	0.5	3	3.5	33	3	4	5.27	1.5
	082	DWM-63-52-53- 53-51	0.4	0.5	3	4	34	3	4	6.3	1.5
	094	83ACD-57-56-54- 51-51	0.5	0.9	3	4	39	2.8	4	5.27	1.5
	0100	(664DAC-2 x DMJ) -1-53-51-51	0.6	0.9	3.5	4	36	2.8	4	5.27	1.5
	0108	(664DAC-2 x DMJ) -1-60-51-51	0.3	1.0	3.5	4	40	2.8	4	6.4	1.5
	0112	1442D-1-54-51- 51-51-53-51	0.6	0.6	4	4	40	3	4	6.5	2
	0114	1442D-1-54-52- 52-51-51	0.6	0.6	4	4	37	3	4	5.25	2
	0117	(OH x OH414) -1-51-51-51	0.6	0.1	3.5	4	36	3	4.5	5.28	3
	0178	(664DAC-2 x 7M708 -51)-1-51	0.0 3	1.4	3.5	4.2	37	3	4	5.23	1.5
	0182	(641 x M708진) -1-51-51	0.0 4	0.3	3.5	4	40	3.5	4.5	6.4	3.5
0187	(641 x OH장) -1-51-52	0	0.3	3.5	4	42	3.5	5	5.27	3.5	

연차	BN	계통명	입성		초차 (1-5)*	엽색 (1-5)**	근장 (cm)	근비대 (1-5)***	바람 들이 (1-5)****	개화일 (월.일)	청수 (1-5)*****
			FS	BS							
3차 년도 (2011)	1051	(OH68xOH)-2-53-51-51	0.3	0.8	3.5	4	32	2	5	5.23	3
	1055	(OH68xOH)-2-53-53-52	0.2	1.6	3.5	3.7	30	2	5	5.22	3
	1077	(DAC-2xDMJ)-1-53-51-51	0.6	0.1	4	3.9	38	3.5	4	5.24	2
	1080	(DAC-2xDMJ)-1-53-53-51	0	0.1	4	3.9	37	3.5	4	5.28	2
	1101	(708진 x 414)-1-52-51	0.0 3	2.7	3.5	3.8	40	3	5	5.26	3
	1104	(708진 x 414)-1-54-54	0.1	2.1	3.7	4	40	3	5	5.25	3
	1127	(641xOH장)-1-54-51-51	0.0 6	0.8	4	4.2	42	2.7	5	5.25	3
	1131	(641xOH장)-2-51-52	0	0.1	4	4	39	3	5	5.25	3
	1142	(AC2x7M708)-1-51-51	0.0 3	3.0	3.8	3.8	39	2.5	4	5.26	2
	1157	(AC2x8JM67)-51-53-51	0.1	1.0	3.7	3.5	39	2.5	4	5.20	1
	1163	(AC2x8JM67)-1-S57-52	0.1	0.9	3.7	4	31	3	4	5.24	1
4차 년도 (2012)	2037	(OH414 x 414)-2-53-52-22-51	0	0.5	3.5	4	27	3	5	5.29	2.5
	2044	(OH414 x 414)-2-54-52-2-51	0	0.5	3.5	4	33	3	5	5.30	2.5
	2050	(OH x OBG)-1-S56-53-53-21-51	0.1	0.5	2.5	4.3	27	3	5	5.22	3
	2052	(OH x OBG)-1-S56-53-54-21-51	0	2.4	2.5	4	26	3	5	5.25	2.5
	2069	64OH장-1-59-54-21-51	0.2	1.9	3.5	4.3	43	3	5	5.28	3
	2077	64OH장-2-52-82-2-53	0.2	0.1	3.5	4	43	3.5	5	6.1	3
	2097	67-2-54-21-51	0.1	1.2	3	4	42	3	4.5	5.16	3
	2129	AC8JM-1-S57-21-51	0.0 3	0.6	3	3.8	38	1.5	4	5.24	1
	2132	AC8JM-1-S57-25-51	0.0 7	0.8	3.2	3.8	33	1.5	4	5.27	1
	2147	6H8D-51-23-51	1.2	1.9	4	4	45	3	4	5.25	2
	2150	6H8D-51-28-52	0.8	3.5	3.5	4	45	3	4	5.11	2
2153	(OH412 x OH412)-1-54	0	1.1	4	4	35	2	5	6.9	2.5	

연차	BN	계통명	입성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	근장 (cm)	근비대 (1-5)***	바람 들이 (1-5)****	개화일 (월.일)	청수 (1-5)*****
			FS	BS							
5차 년도 (2013)	3019	(OH414 x 414)- 254-52-2-52-51	0.0 4	-	2.3	3.8	29	3	4	6.3	3
	3030	OH414-3-53-54- 52-5-51	0	-	2.5	4	25	3.5	4.5	5.29	3.5
	3034	2OH412-1-53-55	0.1	-	2.3	4.1	28	2.5	4.5	6.11	2.5
	3036	2OH412-1-54-51	0	-	2	4	28	2.6	4.5	6.11	2.5
	3042	2OH412-1-62-54	0.1	-	2.5	3.9	28	2.8	4.5	6.9	2.5
	3091	AC8JM-S57-21-5 3-52	0.0 2	-	3	3.5	40	2.5	4	5.23	1
	3095	AC8JM-S57-25-5 1-52	0.2	-	3	3.5	35	2.3	4	5.28	1
	3100	6H8D-51-23-53-51	0.2	-	2.3	4.2	43	3.8	4.5	6.1	2
	3103	6H8D-51-28-54-52	0.0 3	-	3.3	3.7	43	3.6	4.5	6.6	1.5
	3107	6H8D-51-36-52-51	-	-	3.3	3.9	41	3.5	4.5	6.7	1.5
	3143	DD771-1-51-53	0	-	2.5	4	40	3.5	4.5	5.22	1.5
	3146	DD771-1-54-53	0	-	3.5	4.1	38	2.8	4.5	5.24	1.5

※ FS: flowering Selfing( /교배화수)

BS: Bud Selfing(립수/교배화수)

\* 1(개장) - 5(입성)

\*\* 1(연록) - 5(농록)

\*\*\* 1(조) - 5(만)

\*\*\*\* 1(조) - 5(만)

\*\*\*\*\* 1(연) - 5(진)



그림 4 하우스 계통 재배 전경 (수확전)



그림 5 하우스 수확상태



그림 6 봄무 선발 계통 정식 전경



그림 7 착형 전경 (인공 교배)

## 2. 가을무

연구 초기 분리 계통 선발은, 현재까지도 우점하고 있는 미가도교화종묘의 福譽의 우친은 연구자가 발표한 R63의 F1에서 분리·고정시킨 계통을 사용하고 있어 R63의 가을무 친을 이용한 새로운 계통 육성에 주력하였으나, 이 분리계통들에는 청수가 너무 진하고 청육색이 나타나는 계통이 대부분이어서 새로운 조합작성이 요구되었다. 따라서 근피가 고운 가을 계통과, 추대가 늦고 위황병에 강한 계통을 조합하여 분리한 계통을 공시하여 선발하였다. 원연관계가 먼 계통간의 분리 계통으로 변이의 폭이 매우 심하였다.

2010년에도 전년의 [가을무 x 만추계] 분리 계통을 계속 선발·고정시키면서 근미비대가 빠른 계통 육성을 위하여 분리시키고 있는 [M708 x 4HDKW]에서 기대되는 계통들을 선발할 수 있었고, 우친으로도 장형계 계통([OH x M708진])이면서 근미가 대체로 빠른 분리계통을 선발할 수 있었다.

2011년에도 분리계통들의 선발결과가 전년도와 유사하게 나타났으며 우친형으로 OH708진 계통에서, 또한 장형계 [M708 x 4HDKW] 계통에서 근미비대가 빠르고 송친으로 활용도가 높은 계통을 선발할 수 있었다. 이러한 결과는 현재 우점품종인 福譽의 형태에 단점을 보완할 수 있는 조합 작성에 대한 기대감을 높여 주었다.

2012년에도 지속적으로 선발을 계속하여 고정 단계 계통 위주로 Test Cross를 진행하였고, [만추계 x 가을계] 분리계에서 다양한 형태의 계통을 지속적으로 선발하였다. 또한 더욱 근미비대가 빠른 계통 육성을 위하여 보유하고 있던 1667OR 계통과 7M70851을 교배, 분리시켜 선발하였으나 이 분리계는 근장이 조기 비대성 때문에 너무 짧아지는 계통들이 많아 지속적인 특성 파악과 선발에 신중을 기해야 할 필요성이 도출되었다.

2013년에는 지난해 선발하여 Test Cross한 결과를 감안, 고정단계의 계통을 엄선하여 선발하였다. 일부 우수 계통은 조합작성에 이용할 수 있을 정도의 순도를 나타내어 차년도 미숙 모본으로서의 활용을 검토하고 있으며, [만추계 x 가을계] 분리계에서도 추대가 늦으면서 근피가 곱고 근미비대가 빠른 계통이 선발되었다.

[표8] 가을 주요 분리선발계통 특성

연차	BN	계통명	임성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	엽장 (1-5)**	근장 (cm)	근피 (1-5)**	바람 들이 (1-5)**	근미 비대 (1-5)**
			FS	BS							
1차 년도 (2009)	9415	(OH68 x OH)-2 -53-53-51	0.1	1.5	3.3	4.3	3.9	35	3	5	3
	9420	664DD-1-53 -51-51	0	1.0	3.7	4.2	3.8	43	3.5	4	3
	9422	664DD-1-55 -51-51	0.4	1.3	3.9	4.2	3.7	41	3.5	4	3.5
	9429	664DD-2-57 -56-51	0	1.2	3.2	4.3	3.6	32	3.5	4	3
	9442	5484H-1-58 -53-51	0	1.2	3.2	3.9	3.5	37	4	4	2.7
	9451	5484H-2-56 -54-51	0.3	1.7	3.7	4.1	3.6	35	4	4	2.6
	9461	2548D-2-56 -51-52	0	1.0	3.8	4.5	3.6	36	4	4	2.7
	9466	(M708-51 x 4HDKW)-51-56	0.1	1.5	4	3.5	4	35	4	4	2.5
	9469	(664DAC-2 x M708 -51)-2-51	0.06	3.5	4	3.5	4.2	40	3.7	4	2.5
	9471	(DMJ x 7M70851) -1-51	0.03	1.8	3.5	4	4.2	41	3.5	4	3
9478	(OH x M708(진)) -2-51	0	3.2	3.8	4.1	4	44	4	5	3.5	

연차	BN	계통명	임성		초차 (1-5)*	엽색 (1-5)**	엽장 (1-5)**	근장 (cm)	근피 (1-5)**	바람 들이 (1-5)**	근 미 비 대 (1-5)**
			FS	BS							
2차 년도 (2010)	0342	M708(진)	0.04	2.2	3	4	3.5	37	4	4	2.5
	0352	(OH x OH414) -1-51-51-51	0.2	0.4	4	4.1	4	45	4	4.5	2.5
	0412	(M708 x HDKW) -51-56-51	0.2	0.7	3.5	4	3.8	30	4	4	2.5
	0414	(M708 x HDKW) -51-58-51	0.2	1.7	3.5	4.2	3.5	31	4	4.5	2.3
	0420	(M708 x HDKW) -52-59-51	0.03	1.9	3.5	3.5	4	31	4	4	2
	0430	(664DAC-2 x M708) -2-51-52	0.2	2.9	3.7	4	3.8	42	4	3.5	3
	0435	(DMJ x M708) -1-53-51	0.5	2.4	3	4.2	4	32	4	3.5	2.7
	0440	(DMJ x M708) -1-59-52	0	0.8	3	3.8	4	31	4	3.5	2.5
	0460	(OH x M708진) -2-52-53	0	0.5	3.5	4	4	38	4	4	3
	0461	(OH x M708진) -2-53-52	0	1.8	3.5	4	4	41	4	4	3
3차 년도 (2011)	1249	7M708-51-51-51	0.2	1.1	3	4	3.5	27	4	4	3
	1261	(M708x4HDKW) -51-58-51-52	0.1	3.3	2.5	4	3	29	4	4	2.5
	1280	(M708x4HDKW) -52-59-53-52	1.0	1.2	2.5	3.7	3.5	29	4	4	2
	1283	(M708x4HDKW) -52-61-52	0	4.1	3	3.7	3.5	27	4	4	2.5
	1302	(664DAC-2xM708) -2-51-54-51	0.05	2.1	3	4	3.5	32	4	4	2
	1311	(DMJxM708)-1 -52-53-53	0.05	4.5	3	4	4	30	4.2	4	3
	1326	708414-1-51-53-51	0.1	1.1	3	4.3	3.5	36	4	4	2.5
	1352	OH708진-1-52 -54-52	0	0.8	3	4.2	3.7	39	4	4.2	3
1379	OH708진-2-54 -54-51	0	1.5	3	4.2	3.7	40	4	4	3	
1393	16M78-1-51	-	-	3.5	4	3.5	34	4	4	2	



연차	BN	계통명	입성		초자 (1-5)*	엽색 (1-5)**	엽장 (1-5)**	근장 (cm)	근피 (1-5)**	바람 들이 (1-5)**	근미 비대 (1-5)**
			FS	BS							
4차 년도 (2012)	2246	M708-51-51	0.3	0.4	3	3.5	3	27	3.5	4	3
	2248	7084HDKW-51-51- 51-22-21	0.6	0.6	3	3	3	28	3.5	4	2.5
	2254	7084HDKW-52-56- 52-21-22	0	6.1	3	3	3	24	35	4	2.5
	2278	AC708-2-51 -53-21-22	0.04	2.7	3	3	4	32	3	4	3
	2284	AC708-2-51 -54-23-21	0.2	1.8	3	3	3.5	26	4	4	2.5
	2293	D708-1-52 -51-21-21	0.2	1.1	2.5	4	4	36	3.5	3.5	2
	2294	D708-1-52-51-22-23	0.03	2.4	2.5	3.8	3.5	31	4	3.5	2.5
	2302	D708-1-56-53 -23-23	0	1.2	2.5	3.8	3.5	30	4	3.5	2.5
	2309	D708-1-59-51 -22-23	0	1.3	2.5	4	3	30	4	4	3
	2395	166708-1-22-22	-	2.0	3	3.5	3	30	4	4	2.5
5차 년도 (2013)	3318	7M708-51	교배중	교배중	3.2	4	3.6	29	3.5	4	2.3
	3314	7084HDKW-51- 58-55-22-21-21	교배중	교배중	3.7	3.8	3.6	27	4	4	1.8
	3320	7084HDKW-52- 59-54-22-21-21	교배중	교배중	3.5	3.5	3.8	32	4	4	1.5
	3321	7084HDKW-52- 59-54-22-22-21	교배중	교배중	3.5	3.5	3.8	34	4	4	1.5
	3330	AC2708-1-53 -52-22-22-21	교배중	교배중	3.5	3.8	3.9	32	4	4	2
	3349	AC2708-2-54-52-5 2-22-21	교배중	교배중	3.3	4	3	31	4	4	2.7
	3355	D708-1-51-51 -21-22-21	교배중	교배중	2.5	3.8	3	32	4	4	2
	3361	D708-1-52-51 -21-22-21	교배중	교배중	3	3.7	3.2	35	4	4	2
	3367	D708-1-52-53 -21-21-21	교배중	교배중	3	3.6	3.6	42	4	4	2
	3373	D708-1-56-53 -23-22-22	교배중	교배중	3.2	3.6	3.5	35	4	4	2

※ FS: flowering Selfing( /교배화수)

BS: Bud Selfing(립수/교배화수)

- \* 1(개장) - 5(입성)
- \*\* 1(연록) - 5(농록)
- \*\*\* 1(타) - 5(징)
- \*\*\*\* 1(불량) - 5(양호)
- \*\*\*\* 1(조) - 5(만)
- \*\*\*\*\* 1(조) - 5(만)



그림 8 가을무 계통수확 전경 (국내)



그림 9 가을 노지 재배 전경 (국내)



그림 10 가을계통 선발 전경



그림 11 가을 성숙모본 교배 준비

### 제 3 절 조합작성 및 자가불화합성 인자 분석

#### 1. 봄무

조합작성은 5년도 419개 고정 계통을 미숙모본과 성숙모본을 주로 이용하여 1,129 조합을 작성하였다. 대부분의 계통은 구분이 되어 있으므로 그에 따른 우, ♂친의 이용 가능성 및 타가불화합의 가능성을 충분히 감안하고 시험을 진행하여, 타가불화합에 의한 조합작성의 실패율을 최소한으로 낮추었다. 작성된 조합은 대부분 차년도 일본현지 조합선발시험에 공시되었으며 잔여종자는 우수조합의 경우 차년도까지 이용하였다.

자가불화합성 인자는, 우친으로서는 おはる로부터 분리계통이 많아 인자형 S1 및 S5가 다수를 차지하였고 ♂친으로는 봄미농계 활용이 많아 S16형 인자가 많았다. 과도한 교배 작업량으로 인한 비효율성이 발생하여, 추후에는 실내 검정을 이용하여 검정의 효율을 높이고, M.S. 품종 발표시 원종증식 문제를 해결하고자 적극 이용할 계획이다.

[표9] 봄무 조합작성수

연차	이용계통수	작성조합수	비고
1차년도	86	140	미숙모본, 성숙모본
2차년도	113	209	미숙모본, 성숙모본
3차년도	107	250	미숙모본, 성숙모본
4차년도	57	280	미숙모본, 성숙모본
5차년도	56	250	미숙모본, 성숙모본
계	419	1,129	미숙모본, 성숙모본

2. 가을무

가을무도 가을에 선발되는 고정 계통의 성숙모본과 일본무 조합선발시험 결과를 확인한 후, 12월 중순에 파종한 미숙모본을 주로 이용하여 조합을 작성하였고, 분리계통들은 대부분 성숙모본을 이용하였다. 가을 계통들도 대부분 그룹이 되어 있고, 자가불화합성 인자형에 대한 이해를 바탕으로 조합작성 성공률을 극대화하였다. 5년간 224개의 계통을 이용하여 1,136 조합을 작성하여 일본현지 조합선발시험에 이용하였다.

자가불화합성 인자는 봄무에 비하여 다양한 편인 것 같고, 그래도 S5형 인자가 많았고 S8, S16, S18, S24 등이 다음을 이었다. 추후 3원 교잡 M.S. 품종 개발을 위해서는 더욱 다양한 인자형 도입이 필요할 것으로 예상된다.

[표10] 가을무 조합작성 현황

연차	이용계통수	조합수	비고
1차년도	59	140	미숙모본, 성숙모본 이용
2차년도	52	204	미숙모본, 성숙모본 이용
3차년도	36	220	미숙모본 이용
4차년도	30	162	미숙모본, 성숙모본 이용
5차년도	47	410	미숙모본, 성숙모본 이용
계	224	1,136	



그림 13 미숙모본 재배 전경



그림 12 미숙모본 가식 전경



그림 15 미숙모본 파종 (트레이)



그림 14 미숙모본 파종



그림 16 미숙모본 정식 전경

## 제 4 절 일본현지 조합선발시험

### 1. 12월말 파종시험

일본무 재배 중 수확시기를 감안하여 12월 하순 파종 (찌바현 조시시 기준)부터는 만추대가 요구되는 작형이다. 이 시기는 가장 저온기에 재배되므로 저온신장력, 저온비대력, 어깨가 작아지는 현상에 강한 품종이 요구된다. 또한 이 시기는 무의 단경기에 해당되므로 조숙성이 있으면 더욱 선호되는 작형이고, 종자 가격도 높기때문에 고가에 판매되는 작형이다. 일본 전체로 보면 큐슈에서부터 찰바현까지 바다에 인접한 무 산지에서 재배되는 작형으로, 본 연구가 시작된 시기인 2009년경까지는 연구자가 발표한 R67, R116 등과 미가도교화종묘의 貴譽의 품종이 주로 재배되었으나, 그 후 겨울기온의 상승에 따라 R67은 근장은 충분하나 근미비대가 늦고 수확시 잘 뽑히지 않는 이유 등으로 인해 재배면적이 급격히 감소되었고, 이에 따라 貴譽이 우점종으로 자리잡게 되었다.

貴譽는 지상부가 다소 강하나 대체로 저온에 강하고 근장이 충분히 길어지며 비대력이 좋은 조숙형으로, 크기도 커서 단경기에 인기가 있는 품종이다. 그러나 추대가 대체로 빠르고 청수가 진하며 근미비대가 늦고 저온기 수확시 청색이 속색갈에 나타나며 수확기에 수확기폭이 좁은 단점이 있다.

우리나라에서는 이러한 작형을 재배할 수 없으므로 일본 산지에서 직접 조합선발시험을 진행함으로써 육종 시간을 단축시키고 산지의 특성을 이해하는 동시에 정보를 신속히 입수하였다. 따라서 재배농가의 기술 수준이 가장 높은 찰바현 조시시를 선정, 재배 포장도 동일한 지역에서 수행하므로써 시험지의 오차를 적게 하여 연구를 수행하였다.

5년 간 704 조합에 대해 2,970㎡의 면적에서 시험을 수행하였으며, 멀칭, 터널을 사용하는 농가 관행재배법을 적용하였고, 관리는 전문 농가에 위탁하였다.

2009년(1년차) 시험은 4개 조합을 선발하였는데, 모두 추대성은 대비품종인 貴譽보다 늦었고 속색갈도 대체로 우수하였으며, 근장도 길고 근형도 우수한 것으로 평가되었다. 하지만 차년도에 재시험에 공시한 바, [OH x 1442D-1-54-52-52] 조합을 제외한 조합들은 근형 비대성에서 대비종에 비하여 우수하지 못하여 선발되지 못하였다.

2010년(2년차)에는 3개 조합을 선발하였으며 1개 조합은 전년도에 선발된 조합이었다. 그 중 BN28[OH x 8DSN]은 대비품종에 비하여 수량면에서는 적으나 추대가 늦고 청수가 연하며 근장의 안정성이 있으며 근피도 고운 조합으로 유망시 되었다. 하지만 BN167[M708진 x D771-2B-79]는 추대가 늦고 근피도 고우며 근형이 우수한 조합으로 선발되었으며 차년도에도 계속 검토회자 선발하였다. 선발된 3조합은 모두 조숙성인 貴譽보다는 바람들이가 늦고 육질의 강도 등 품질 면에서는 우수하였다.

2011년(3년차)에서는 전년도 선발되었던 3조합과 새로운 조합 1개 조합을 선발하였다. BN6[OH x 8DSN]은 2년 연속으로 선발되었고, 대비품종인 貴譽보다 지상부도 강하고 청수가 연하여 청색이 속색갈속에 약하고 추대가 늦으며 크기는 조금 작으나 수확기의 폭이 넓고 수확시 순도도 좋아서 우수한 조합으로 판정되어 시험생산의 준비를 하였다.

BN33[OH x 1442D]은 추대가 매우 늦고 초자도 우수하였으나 위치에 따른 변화가 있으며 근장이 조금 짧아보이는 형태여서 새로운 계통인 1442D를 M.S.화하고 상대친을 조금 더 길고 어깨의 형태도 약간 둥근형을 선발하기 위해 아계들 간의 조합을 계속하고자 하였다.

BN104[M708진 x D771-2B079]는 대체적으로 우수하나 추대성에서 양친의 특성 상 BN6보다 늦지 못하고 근미비대가 극단적인 추위에서는 늦어지는 경향이 있어, 이들에 대한 검토를 계속 하고자 선발하였다.

BN110[63-51-58-52-54-52-51 x 771H]는 초자가 우수하고 저온에도 강하며 근장이 길며 근미비대도 양호하여 선발되었다. 청수색도 연하면서 근피가 고와서 상품성이 우수하였고, 크기도 대비품종과 유사한 특징을 보였다.

2012년(4년차)에는 2년 이상 지속적으로 우수한 특성을 보인 BN3[OH x 8DSN, HC-4]와 BN7[OH x 1442D], 그리고 이들의 아계 조합들이 선발되었는데, 이들 아계 조합은 근장이 1-2cm 정도 길며 기타 특성은 유사하였다. 이들은 많은 양을 재배하여 기존 조합의 대체 가능성을 검토하고 소재보호를 위한 방법(M.S)을 검토코자 선발하였다.

BN27[771HM.S. x 63-51-58]은 지상부, 근피, 근장, 비대성 등에서 계속 우수한 조합으로 선발되었으나, 추대가 대비품종과 유사한 것으로 보여 재검토할 필요성이 있고, 전진작형에서 그 성능을 확인하고자 선발하였다.

BN115[641 x [AC2DMJ]-1-53-51-53]은 연구자가 발표하였던 R67형으로, 수확이 어려운 점을 보완한 조합으로서의 가능성을 검토코자 선발하였다.

BN165[2OH68-1-55-58-51 x 1442D]는 근장이 길면서 안정적이고 추대가 늦으면서 근미비대가 빠르고 H형인 특성을 보여 유망시되어 선발되었으나, 어깨의 모양이 부드럽지 못한 단점이 발견되었다. 지속적 검토를 통해 아계들에서 단점을 보완할 수 있는 조합선발을 하고자 하였다.

2013년(5년차)에는 BN2[OH x 8DSN, HC-4]는 대비품종인 貴譽에 비하여 크기는 조금 작으나 재배면에서 안정성이 있고 추대가 늦어 충분한 경쟁력이 검증되었다. 아계조합도 근장이 조금 더 길고 추근도 길어 전진작형에도 가능성을 검토코자 선발되었다.

BN44[OH64-1-51-53-54 x 8DSN]는 지상부가 더 강하며 겨울에 안정성이 요구되는 지역에 재배를 검토하고자 선발되었다.

BN15, BN26, BN46 등은 근장이 길고 근형이 우수하여 1차 선발되어 계속 검토코자 선발되었다. BN79[OH-2-51-51-52-52 x 1442D]는 재배의 안정성이 높고 근형이 우수하나 M.S화하여 재 공시코자 선발되었다. BN85[2OH68-1-55-53-51-51 x 1442D-1-54] 조합은 2년 연속 선발된 조합으로 추대가 극히 늦고 근형이 H형이면서 연차 간, 혹은 지역 적응성이 높은 것으로 평가되어, 이들을 M.S.화하여 시교에 공시하고자 선발하였다.

[표11] 봄무 일본현지조합 선발시험 수행현황

작형	조합 및 면적	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
12월 파종	조합수	60	180	153	168	143	704
	면적(m <sup>2</sup> )	330	660	660	660	660	2,970
2월 파종	조합수	40	190	164	152	160	706
	면적(m <sup>2</sup> )	330	660	660	660	660	2,970

[표12] 청수 만추대 일본 현지 조합선발시험 결과 (12월말 파종)

연차	BN	조합명	초자 (1-5)	엽색 (1-5)	근장 (cm)	근피 (1-5)	근미 비대 (1-5)	추근 (1-5)	청수 (1-5)	비람 들이 (1-5)	숙색 깔 (1-5)	추대 (1-5)
1차 년도 (2009)	25	貴譽(다카호마레, 미가도중묘)	3.5	3.7	39	4	3.3	3	3	3.5	4	3.5
	16	67-2-52-55-52 -1-1 x M708(진)	3.5	4	37	4	3	3	3.5	4	3	4
	22	M311-51-1-1 x 67-2-52-G7	3.5	4	35	4	2	2	3	4	3.5	4
	24	641HU-56-52 -53-56 x OH	4	3.5	37	4	2.5	3	3	5	4	4.5
	28	1442D-1-54-52 -5-2-52 x OH	4	4	38	3.8	2.5	3	3.5	5	3.5	4
2차 년도 (2010)	16	貴譽(다카호마레, 미가도중묘)	3.5	3.7	33	4	3	3	3	3.5	2.5	3.5
	28	OH x 8DSN	3.5	4	36	4	3	3	2.5	4	3.5	4
	150 (전년도 BN28)	OH x 1442D-1-54- 52-52-52-52	4	4.2	34	4	3	3	3	4.5	3	4.5
	167	M708(진) x D771-2B-79	3.5	4	35	4	3	3	2.5	4	3.5	4
3차 년도 (2011)	3	貴譽(다카호마레, 미가도협화)	3.5	3.7	38	4	3	3	3	3.5	2.5	3.5
	6	OH x 8DSN	3.5	4	39	4	3	3	2.5	4	3.5	4
	33	OH x 1442D	4	4.2	35	4	3	3	3	4.5	3	4.5
	104	M708(진) x D771-2B-79	3.5	4	39	4	3.2	3	3	4	3	4
	110	63-51-58-52-54- 52-51-52-1-1 x 771H	4	4	37	4	2.5	3	2.5	3.5	3	4

연차	BN	조 합 명	초자 (1-5)	엽색 (1-5)	근장 (cm)	근피 (1-5)	근미 비대 (1-5)	추근 (1-5)	청수 (1-5)	바람 들이 (1-5)	속색 갈 (1-5)	추대 (1-5)
4차 년도 (2012)	2	貴譽(다가호마레, 미가도협화)	3.5	3.7	36	4	3	3	3	4	3.5	3
	3	OH x 8DSN	3.5	4	35	4	2.7	3	2	4	2	4
	5	OH-2-51-51-52-52 x 8DSN	3.5	4	36	4	2.7	3.5	2	4.5	2	4
	7	OH x 1442D	4	4.2	34	4	3	3	2.5	5	2.5	4.5
	9	OH-2-51-51-52-52 x 1442D	4	4.2	35	4	4	3	3	5	2.5	4.5
	27	771HM.S. x 63-51-58	4	4	37	4	2.5	3.5	2.5	4	2	3
	115	641x(AC2 x DMJ) -1-53-51-53	4.5	4.2	35	4	3.5	2.5	2.5	4	2	4
	165	2OH68-1-55-53-51 x 1442D	4	4	37	4	2.5	2.5	2.5	4	2.5	4.5
5차 년도 (2013)	1	貴譽	3.5	3.7	36	4	3	3	4	4	3.5	3
	2	HC-4 (OH x 8DSN)	3.5	4	33	4	2.5	3	2	4	2	4
	3	OH-2-51-51-52-52 x 8DSN	3.5	4	34	4	2.5	3.5	2	4	2	4
	15	641 x OH414-2-53-53	4	4	34	4	2.5	3.5	3	4.5	2.5	4.5
	26	OH-2-51-1-53-51 x D596	3.5	4	36	4	2.5	3.5	2	4	2	4
	54	OH64-1-51-53-54 x 8DSN	3.5	4	36	4	3	3	3	4	2.5	4
	46	OH414-2-53-53 x 8DSN	3.5	4	38	4	2.5	3	2	4	2	4
	79	OH-2-51-51-52-5 2 x 1442D-1-54	3.5	4	38	4	2.5	3	3	4	2.5	4
	25	2OH68-1-55-53-5 1-51 x 1442D-1-54	3.5	4	36	4	2.5	3	2.5	4	2.5	4.5

- \* 1(개장) - 5(입성)
- 엽색\*\* 1(연록) - 5(농록)
- 근피\*\*\* 1(불량) - 5(양호)
- 근미비대\*\*\*\* 1(조) - 5(만)
- 추근\*\*\*\*\* 1(단) - 5(장)
- 청수\*\*\*\*\* 1(백색) - 5(농록)
- 속색갈\*\*\*\*\* 1(불량) - 5(백색)
- 추대\*\*\*\*\* 1(조) - 5(만)





그림 17 일본 봄무 시험 전경



그림 18 일본 봄무 수확 전경 (12월용)

## 2. 2월초 파종시험

2월 초순 찌바현 조시시 파종 시험은 일본 전국의 일반적인 봄무를 대상으로 한다. 이는 아오모리 및 홋카이도의 초기 파종 품종으로 이용되는 봄 작형 중 가장 면적이 넓고 관심이 많은 작형이다. 현재 우점 품종은 연구자가 발표하였던 R64 유사품종들로, 대표적인 품종은 남도종묘의 YR桜坂이다. 초기 발표 시 R64보다 추대가 늦다고 하였으나, 재고를 보관하고 양이 시장에 출고된 후로는 추대의 차이가 없게 되어, 심지어 남도종묘의 담당자는 R64에 비하여 추대가 더 빠르지 않은지를 문의해오고 있는 실정이다. 만추대 품종이지만 저장 기간이 오래되면 될수록 추대성도 점점 빨라지는 경향으로 보인다.

찌바현 남쪽에서 재배 시 순탄한 기후에서는 추대가 문제가 되지 않으나, 최근에는 불균일한 기후로 인하여 농가들의 선호도가 더욱 안정성 있는 품종을 요구하고, 가격이 하락하여 수확기를 늦추어도 안심할 수 있는 품종을 선호하기 때문으로 판단된다.

5년의 연구 수행 기간 동안, 본 시험은 706조합을 3,300㎡ (약 1,000평)에 재배하여 조합선발 시험을 수행하였다.

2009년(1차년도) 시험결과 2개 조합을 선발하였다. BN54[OH-2-51-51-52-52-52-52-2-1 x DMJ]는 우점종인 YR桜坂와 유사한 근형의 조합으로, 지상부, 근피, 근미비대 등은 유사하나 추근이 다소 긴 편이고 추대가 늦은 조합으로 선발되었으며, BN64[67-2-52-57-1-2-1 x 6YD163]은 근피가 곱고 근미비대가 빠르며 청수색깔이 더욱 연하며 무속색깔도 우수하여 선발하였다.

2010년(2차년도)에는 3개 조합을 선발하였다. BN227은 2회 연속 선발된 조합으로서 대비품종에 비하여 근장이 2cm 정도 길며, 추대의 안정성이 있어 선발되었다. 전년도에 잔여 종자를 파종한 시험구에서도 추대가 늦어, 추대가 늦는 결과를 확인하였으나 기존 우점 품종과 차별화가 되지 않는 문제점이 잔존하였다. BN209[OH414-1-60-55-52 x DMJ]는 엽장이 짧고 엽색이 조금 더 진하면서 근장은 유사하나 근미비대가 빠르고 추대가 늦은 특성이 있어서 차별화될 수 있는 조합으로 선발하였다. BN245[OH-1-51-1-52-51-2 x D596]은 2월 하순경부터 농가가 선호하는 품종인 YR桜坂형이나 근장이 길고 H형인 무로 대비품종보다 추대가 늦어 선발하였다.

2011년(3차년도) 시험에서는 164개 조합을 660㎡에서 공시하여 4개 조합을 선발하였다. BN211[OH414-2-60-55 x 으]은 2년 연속 선발되었고, BN207[OH-2-51-51-52-52-52-52 x DMJ]는 3년 연속 선발되었으나 기존 우점품종과의 차별화가 나타나지 않았다. 신규로 선발된 BN240[OH414-3-63-54-52 x D596]은 근장이 길고 비대가 빠르며 근피가 고와서 유망시되었다. 추대는 우점품종과 유사하다고 판단이 되나 근미비대가 빠름에 따라 수확시까지의 전혀 문제 없는 조합으로 검증되었다.

夢譽 작형의 조합으로 지난해 선발되었던 조합은 재선발되지 못하였고, 대신 BN246[OH414-2-53-53-52-51 x D516]이 선발되었으며, 이 조합은 근장이 길고 청수가 연하며 H형으로 근형이 우수하였다.

2012년(4차년도) 시험에서는 152개 조합을 660㎡에 공시하여 계속 선발되어 왔던 BN204, BN205, BN207이 재선발되었고, 이 중 BN204는 M.S.화하여 조합시험을 수행한 바 SI 조합과 특성차이가 없고 차별화가 이루어지는 조합으로 검증되어, GR-26으로 명명, 품종보호출원을 신청하였다.

신규로 선발된 BN210, BN212 조합은 아계 간으로, 우친의 자가불화합성 인자가 다른 조합으로, 근장과 근미에서만 차이를 다소 보였으나 기타 형질에서는 거의 흡사하였다. 추후 이 조합은 M.S.화 하여 M.S. 삼원교잡 조합으로 가능성을 타진하고자 하였다.

BN289[OH414-3-63-54 x AC<sub>2</sub>DMJ-1-54-51-51-51]은 근장이 길고 근미비대가 빠르며 추대가 늦고 근피가 고운 조합으로 선발되었으며, BN320[414M.S. x 1442D-1-54]는 근장이 길고 추대가 극히 안정된 조합으로 선발하였으나 위황병에 대한 내병성을 확인할 필요가 있었다.

2013년(5차년도) 시험은 660㎡, 160개 조합을 공시하여 6개 조합을 선발하였다. BN207[GR-26, OH414-2-60-55M.S. x DMJ]은 근장은 보통이나 근미비대가 빠르고 지상부가 번무하지 않으면서 수확순도도 우수하고 추대가 늦어 전체적으로 우수한 결과를 보였다.

BN204[OH414-3-63-54 x D596]은 3년 연속 선발되어, 조숙성과 근피, 어깨의 형태 등에서 차별화가 이루어지는 조합으로서 선발되었으며 본 조합은 우친의 다른 자가불화합성 인자를 갖는 아계 계통을 선택하였으므로 M.S.화하여 3원교잡으로의 가능성을 검토하고자 하였다.

BN226, BN227, BN228은 자가불화합성 인자가 다른 우친을 이용한 조합과 3원 교잡 간의 비교로서 3원 조합에서도 별다른 특성 차이가 없으므로 최종적으로는 M.S. 3원 교잡품종으로 검토를 진행중이다.

BN323[2OH68-1-55-53-51 x 1442D] 조합은 12월 파종 시험에서 선발된 조합이나, 본 작형에서도 좋은 성능을 발휘하여 작형의 폭이 넓은 조합으로 기대되었다. 근장이 길고 추대가 늦으며 크기가 큰 장점을 보여, 시교채종 후 작형을 넓게 점검하고자 하였다.

[ 13] 청수 만추대 일본 현지 조합선발시험 결과 (2월초 파증)

연차	BN	조 합 명	초자 (1-5 )	엽색 (1-5 )	근장 (cm)	근피 (1-5 )	근미 비대 (1-5 )	추근 (1-5 )	청수 (1-5 )	바람 들이 (1-5 )	숙색 깔 (1-5 )	추대 (1-5 )
1차 년도 (2009)	51	마지메(남도종묘)	3.5	4	36	3.5	3	3	3	5	3	4
	54	OH-2-51-51-52-52-52-2-1 x DMJ	3.5	4	35	3.7	3	3	3	5	3	4.5
	64	67-2-52-G7-1-2-1 x 6YD163	3	4	35	4	2.5	3	2	5	4	4
2차 년도 (2010)	213	YR桜坂 (남도종묘)	3.5	4	33	3.5	3	3	3	5	3	4
	209	OH414-1-60-55-52 x DMJ	3.5	4.1	33	3.5	2.8	3	3	5	3	4.5
	227 (전년도 BN54)	OH-2-51-51-52-52-52-2-1-1 x DMJ	3.5	4.1	35	3.7	3	3	3	5	3	4.5
	204	夢譽 (미가도협화 종묘)	4	3.8	34	3.5	3.3	3.5	3.5	4.5	3	3.5
	245	OH-1-51-1-52-51-2 x D596	3.5	4	36	3.5	2.8	3	3	5	3	4
3차 년도 (2011)	201	YR桜坂 (남도종묘)	3.5	4	37	3.5	3	3	3	5	3	4
	211	OH414-2-60-55x DMJ	3.5	4	36	3.5	2.5	3	3	5	3	4.5
	207	OH-2-51-51-52-52-52-2-1-1 x DMJ	3.5	4	40	3.5	3	3	3	5	3	4.3
	249	OH414-3-63-54-52-51-52-1-52 x D596-7W	3.5	4	39	4	2.5	3	2.5	5	3	4
	247	夢譽 (미가도협화 종묘)	4	3.5	42	4	3	3.5	3.5	4.5	3	3.5
	246	OH414-2-53-53-52-51 x D596-7W	3.5	4	40	4	3	3	2.5	5	3	4

연차	BN	조 합 명	초자 (1-5)	엽색 (1-5)	근장 (cm)	근피 (1-5)	근미 비대 (1-5)	추근 (1-5)	청수 (1-5)	바람 들이 (1-5)	속색 깔 (1-5)	추대 (1-5)
4차 년도 (2012)	220	YR桜坂 (남도종묘)	3.5	4	32	3.5	3.5	3	3	5	3	4
	204	OH414-2-60-55- 52M.S.x DMJ	3.5	4	30	3.5	3	3	3	5	3	4.5
	205	OH-2-51-51-52- 52- x DMJ	3.5	4	29	3.5	3	3	3	5	3	4.3
	207	OH414-3-63-54- 52-51-52-1-52 x D596-7W	3.5	4	37	3.5	2.5	3	2.5	4.5	3	4
	210	OH414-2-53-53-5 2-52(S1) x DMJ	3.5	4	29	3.5	3.5	3	3	4.5	3	4.3
	212	OH414-2-53-53-5 2-52(S2) x DMJ	3.5	4	31	3.5	3	3	3	4.5	3	4.3
	289	OH414-3-63-54 x AC2DMJ-1- 54-51-51-51	3.5	4	32	3.7	2.5	3	3	4.5	3	4.3
	320	414 M.S.x 1442D-1-54	3	4.2	36	3.7	3	3	3	4.5	2.5	4.5
5차 년도 (2013)	203	YR桜坂 (남도종묘)	3.5	4	35	3.5	3	3	3	5	3	4
	202	GR-26 (OH414-2-60-55 -52M.S. x DMJ)	3.5	4	33	3.5	2	3	3	3	3	4.5
	204	OH414-3-63-54 x D596	3.5	4	34	3.5	1.8	3	3.5	4.5	3	4
	226	OH414-2-53-53( S1) x DMJ	3.5	4	33	3.5	2.3	3	3	4.5	3	4.3
	227	OH414-2-53-53( S2) x DMJ	3.5	4	38	3.5	2.4	3	3	4.5	3	4.3
	228	OH414-2-53-53( S1S2) x DMJ	3.5	4	33	3.5	2.3	3	3	4.5	3	4.3
	243	414M.S. x 1442D-1-54	4	4	38	3.5	2.5	3	3	4.5	3.5	4.5
	323	2OH68-1-55-53-5 1 x 442D-1-54	3.5	4	38	3	3	3.5	3	4.5	3	4.5

· 초자\* 1(개장) - 5(입성)  
· 엽색\*\* 1(연록) - 5(농록)  
· 근피\*\*\* 1(불량) - 5(양호)  
· 근미비대\*\*\*\* 1(조) - 5(만)  
· 추근\*\*\*\*\* 1(단) - 5(장)  
· 청수\*\*\*\*\* 1(백색) - 5(농록)  
· 속색깔\*\*\*\*\* 1(불량) - 5(백색)  
· 추대\*\*\*\*\* 1(조) - 5(만)



그림 19 봄무 터널 전경



그림 20 파종 터널 내부



그림 21 봄무 터널 전경



그림 22 터널 내 전경



그림 23 일본 봄무 수확 조사 전경



그림 24 일본 봄무 수확 조사 전경



그림 25 일본 봄무 조합선발 시험 수확



그림 26 터널 파종 전경

### 3. 가을무

가을무 일본현지 조합선발시험은 가을 조기, 가을 적기, 가을 후기 작형 등이 있으나, 본 시험에서는 가을 적기에만 시험을 수행하였다. 연구자가 본 연구를 수행하기 전에 3년 간 같은 조합을 국내와 일본 현지에서 시험을 실시한 바 있는데, 그 결과 같은 결과를 얻지 못하였다. 이는 기후 및 토성으로 인한 차이가 큰 것으로 추정된다. 본 시험은 5년 간 872조합을 3,300㎡ 면적에서 수행하였다.

2009년(1년차)에는 가을시험의 적기인 9월 15일에 195개 조합을 파종하여 시험을 수행하여 5개 조합을 선발하였다.

BN618[63-51-58 x 5HD]는 근피가 곱고 근장이 충분하면서 근미비대가 빠른 H형무로 선발하였고, BN632[5HDF-51 x OH52FA-31-52-52]도 지방부가 번무하지 않고 근피가 고우며 근미비대가 빨라져 H형으로 근형이 우수하였고, BN771[540-2-10 x M116], BN795[7S13-23 x 540-2-12], BN630[OH52FA-31-52-52 x 664AO-2]는 근장이 대체로 길고 청수가 연하며 근형이 우수하여 선발하였다. BN630은 추근이 짧으면서 저온에도 강한 특성을 보여 선발하였다.

2010년(2년차) 시험도 9월 17일에 170개 조합을 파종하여 조합선발시험을 수행하여 전년도 선발되었던 1조합과, 신규로 3조합 등 4개 조합을 선발하였다. BN807[OH52FA-34-52-52 x 5HDF-51]이 전년도와 유사한 결과를 보여 선발되었고 BN811[540-2-10M.S. x 4HDKW-2-54-52-51], BN961[1H x OR67] 조합은 근미비대가 빠르고 근장이 충분히 길며 H형으로 근형이 우수하여 선발되었다.

BN964[OH52FA-31-52-52 x D70]는 만추계 계통을 상친으로 이용한 조합으로, 가을 후기에 가능성을 검토하고자 선발하였다. 전년도 선발되었던 BN618[63-51-58 x 5HD], BN771[54D-2-10 x M116], BN795[7S13-23 x 54D-2-12], BN630[OH52FA-31-52-52 x 664DAC-2]는 전년도와 같은 근형을 나타내지 못하고 대체로 근미가 늦어 선발되지 못하였다. 일본 가을무 파종 후 강우가 잦고 태풍 빈도가 높아 이러한 기후적 변인이 가장 큰 원인으로 추정된다.

2011년(3년차) 시험도 9월 16일 157개 조합을 공시하여 3년간 연속으로 선발되는 1조합, 2년간 선발되는 2조합과 신규로 2조합 등 5개 조합을 선발하였다.

BN703[OH52FA-31-52-52 x 5HDF-51]은 연차간 근형 차이가 적고 대체로 근형이 양호하였으나 대비품종인 福譽에 비하여 근미가 조금 늦은 경향을 보였고 BN709[540-2-10M.S. x 4HDKW-2-54-52-51]와 BN704[1HM.S. x OR67]은 근장이 다소 짧으나 근형태가 우수하였다. BN701[63-R62 x 1667]과 BN864[63-51-58 x 1667] 조합은 아계 조합으로 근장이 적당하고 근미가 빠르면서 H형의 근형을 보여 선발하였으나 청수가 진한 편이어서 농가의 선호도가 떨어질 가능성이 있다. 전년도 BN964[OH52FA-31-52-52 x D710]는 적기에는 너무 길고 근미비대가 늦어 선발되지 못하였다.

2012년(4년차) 현지조합선발시험도 9월 14일 170개 조합을 파종하여 전년도 선발된 2개 조합과, 신규로 2개 조합을 선발하였다. BN1003[OH52FA-31-52-52 x 5HDF-51]은 대비품종에 비하여 근장이 조금 더 길고 근미는 다소 늦으나 청수색깔이 연하고 무속색깔이 청색이 없어 차년도 품종보호 신청 준비를 하였고, BN1004[1HM.S. x OR67]은 청수가 연하면서 근장이 적절하고 근미비대가 빨라서 연속 선발되었다. BN1025[OH414-3-63-54 x 4HDKW-2-54]와 BN1059[DNG-21 x OH414-3-63-54]는 [만추대 x 가을무] 조합으로, 추근이 조금 길며 근미비대가 빠른 조합으로 지상부가 강하고 엽수가 많아 작형의 폭이 넓을 것으로 예상되어 선발하였다. 전년도에 선발되었던 BN709[54D-2-10M.S. x 4HDKW-2-54-52-51]는 시고채종에서 종자 생산성에 무리가 있어서 선발되지 않았고, BN701[63-1-62 x 1667]과 BN864[63-51-18 x 1667]는 근형은 양호하나 청수색깔이 너무 진하여 선발되지 못하였다.

2013년(5년차) 시험도 9월 13일에 180개 조합을 파종하여 새로운 조합 4개를 선발하였다. 대비 품종인 福譽가 지금까지 보지 못했던 허리잘룩현상과 생육이 늦어지는 현상 등이 나타나 금년 선발조합도 차년도에 재검정이 요구된다.

BN703[GR-28 · 5HDF · M.S. x OH52FA-31-52-52]은 福譽와 같이 생육이 부진하지는 않고 근장도 충분히 길었으나 근미비대가 조금 늦었다. BN711[OH414-3-63-54 x 67-2-52-55]은 엽색이 진하고 청수가 연하면서 근미비대가 빠른 H형무로 근형이 우수하여 선발되었고, BN709[OH414-3-63-54 x 51HDKW-254]는 근장이 다소 짧으나 크기가 크고 지상부가 강하고 청수가 연하여 재선발되었으며, BN751[OH708진-2-52-55-21-2 x 7084HDKW-52-56-52-22-2]과 BN784[OH708진-2-54-56-21-2 x 7084HDKW-52-56-52-22-2]는 福譽형의 무로서 청수는 비슷한 정도로 진하나 지상부가 더 강하고 잦은 강우에도 근장이 충분히 자라며 근미비대도 빨라서 유망시되었다. 이들 아계 간에도 조합을 작성하여 최종적으로 조합을 결정할 예정이다. 전년도에 선발된 BN1059[DNG-21 x OH414-3-63-54]는 근미비대가 빠르고 근장도 충분하나 어깨부분이 너무 좁아 선발되지 못하였다.

[표14] 가을무 일본 현지조합 선발시험 수행현황

연 차	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
조합수	195	170	157	170	180	872
재배면적 (m2)	660	660	660	660	660	3300

[ 15] 가을무 일본 현지 조합선발시험 결과

연차	BN	조 합 명	초자 (1-5)	엽색 (1-5)	근장 (cm)	근피 (1-5)	근미 비대 (1-5)	추근 (1-5)	형수 (1-5)	바람 들이 (1-5)	숙색 깔 (1-5)
1차 년도 (2009)	617	福譽(후쿠호마레, 미가도종묘)	3.5	4	31	4	2	3	3	3.5	4
	618	63-51-58 x 5HD	3	4	33	4	2	3.5	3	4	4
	632	5HDF-51 x OH52FA -31-52-52	3.5	4	34	4	2	3	3	4	4
	771	54D-2-10 x M116	3.5	4.2	35	4	2.5	2.5	2.5	4	4
	795	7S13-23 x 54D -5-12	3	4	34	3.5	3.5	3	2.5	4	4
	630	OH52FA-31-52 -52 x 664DAC-2	3.5	4	38	4	3.5	3	2.5	5	3.5
2차 년도 (2010)	801	福譽(후쿠호마레, 미가도종묘)	3.5	4	35	4	2	3	3.5	3.5	3
	807 (전년도 BN632)	OH52FA-31-52-52 x 5HDF-51	3.5	4	35	4.2	2.2	3	3	4	4
	811	54D-2-10-MS. x 4HDKW-2-54-52-51	3.5	3.8	36	4	2	2.8	3	3.7	4
	961	1H x OR67	3	4	36	4	1.8	3	2.5	4	4
	964 (예비 선발)	OH52FA-31-52-52 x D7W	3	4	40	4.2	2.5	4	1.5	3.5	4.5
3차 년도 (2011)	702	福譽(후쿠호마레, 미가도종묘)	3.5	4	37	4	2	3	3.5	3.5	3
	703	OH52FA-31-52-52 x 5HDF-51	3.5	4	36	4	2.5	3	2.5	4	4
	709	54D-2-10MS. x 4HDKW-2-54-52-51	3.5	3.5	35	4	3	2.5	3	3.5	4
	704	1HM.S. x OR67	3	4	35	4	1.8	3	2	4	4
	701	63-1-62 x 1667	4	4.2	37	4	2	3	3.5	4	3
	864	63-51-58-52-54 x 1667	4	4	37	4	2	3	3	4	3.5



연차	BN	조 합 명	초자 (1-5)	엽색 (1-5)	근장 (cm)	근피 (1-5)	근미 비대 (1-5)	추근 (1-5)	청수 (1-5)	바람 들이 (1-5)	속색 깔 (1-5)
4차 년도 (2012)	1002	福譽(후쿠호마레, 미가도종묘)	3.5	4	36	4	2	3	3.5	3.5	3
	1003	OH52FA-31-52-52 x 5HDF-51	3.5	4	37	4	2.5	3	2.5	4	4
	1004	1HM.S. x OR67	3	4	36	4	1.8	3	2	4	4
	1025	OH414-3-63-54 x 4HDKW-2-54	3.5	4	37	4	2	3.5	2.5	4	4
	1059	DNG-21 x OH414-3-63-54	3.5	3.5	42	4	2	3.5	2	3.5	4
5차 년도 (2013)	704	福譽(후쿠호마레, 미가도종묘)	3	3.5	31	4	3	3	4	3.5	3
	703	GR28 (5HDFM.S. x OH52FA-31)	3	3.5	34	4	3.5	3	3	4	4
	709	OH414-3-63-54 x 4HDKW-2-54	3	3	30	4	3	3	4	4	4
	711	OH414-3-63-54 x 67-2-52-55	3.5	4	32	4	2.5	3	3	4	4
	751	OH708진-2-52-55 -21-2 x 784HDKW-52-56- 22-2	3	3	34	4	2.8	3	4	4	4
	784	OH708진-2-54-56 -21-2 x 7084HDKW-52-56 -22-2	3	3	34	3	2.8	3	4	4	4

\* 1(개장) - 5(입성)  
 .엽색\*\* 1(연록) - 5(농록)  
 .근피\*\*\* 1(불량) - 5(양호)  
 .근미비대\*\*\*\* 1(조) - 5(만)  
 .추근\*\*\*\*\* 1(단) - 5(장)  
 .청수\*\*\*\*\* 1(백색) - 5(농록)  
 .속색깔\*\*\*\*\* 1(불량) - 5(백색)



그림 27 가을무 일본 수확 전경



그림 29 일본 가을무 파종 전경



그림 28 일본 가을무 발아 전경(농가)



그림 30 일본 가을무 발아 전경(시험포장)

## 제 5 절 시교 및 시험채종

### 1. 봄무

조합선발에서 선발된 조합들의 확대시험을 위하여 23~50㎡의 소형 망실에서 종자를 소량 생산하여 이들의 순도, 자식률, 채종능력, 양친 간의 개화기 등을 검정하여 차년도 시교로서의 활용 여부를 결정하고, 우수한 성능으로 선발할 시 시험생산 및 생산을 위한 기초자료로 활용하였다. 소형 망실을 활용하였으므로, 2개 베드를 만들어 재배한 후, 소규모의 벌통을 투입하여 교배가 되게 하여 가능한 농가와 유사한 방식의 재배 환경을 조성하였다.

만추대 조합들은 대부분이 우, 상친 간의 추대차이는 많지 않았고 초세도 대체로 강한편이었으나 가을무에 비하여 특성적으로 종자 크기가 작고 또 착협 후 등숙 기간의 기온이 높고 기간이 짧아 더욱 종자 크기를 작게 하므로 수량 면에서 연차간, 또는 계통 간의 차이가 많았다. 제한된 망실에서 채종하므로 정식주수는 종자생산능력 검토에 현실적이지 못하다고 판단하여 면적당으로 산출하여 비교하였다.

채종량 면에서 수량성은 양친의 재종의 경우가 월등히 많았으나 이는 소재보호와 고순도 종자 목표에 반하므로 어느쪽의 친을 이용하는 가를 가름하는 판단 기준이 되었다.

시험 생산은 농가 관행에 따라 위탁하여 종자를 생산하여 본 생산의 정보를 알고자 하였는데, 2011년도의 이른 장마, 2012년도의 극심한 가뭄, 그리고 2013년의 이상 고온 등으로 인해 채종 여건이 극히 악화되어 결과의 신뢰도 검증에 어려움이 많았다. 특히 2013년의 고온은 자가불화합성을 이용한 채종 무 품종에는 생산량 극감과 자식이형주율을 2~3배 증가시켜 치명적인 결과를 초래하기도 하였다.

본 연구에서 발표한 HC-4와 GR-26의 채종시험 결과를 보면 HC-4의 경우 2010년 망실에서 채종결과 3.3㎡(1평)당 196ml로, 일반적인 만추대의 채종 성능을 보였으나 2012년과 2013년 시험생산에서는 극심한 건조와 고온현상 등으로 시교채종량의 50%가 하락하였다. 이는 건조 시 종자 입자가 작아지는 소립화 영향과, 고온 시 종자발육 정지등으로 인해 꼬투리의 종지가 생육을 못하고 죽어버리는 경향 때문인 것으로 분석된다. 또한, 고온에서는 발아율도 낮아지고 발아한 상태에 떡잎이 한쪽이 없어지는 현상도 발견되었다.

GR-26은 M.S.로 전환하여 본 채종하였다. 2009년에 자가불화합을 이용하여 채종, 3.3㎡당 221ml, 2011년에는 M.S.로 전환하여 채종시에도 3.3㎡당 227ml로 차이가 없이 진행되었으나 M.S.의 경우가 종자 입자가 조금 작아지는 경향을 보였다. 시험생산에서는 HC-4와 마찬가지로 목표량의 반을 조금 넘는 결과를 보였다.

이들 만추대 품종들은 해외 채종이 거의 불가능한 품종들로, 품종 육성만큼 채종에도 심혈을 기울이지 않으면 성공적 결과를 얻기가 매우 어렵다는 점이 확인 되었다.

[ 16] 청수만추대 봄무 시교·시험채종 결과

채종 연도	조합명	정식 주수		채종량(ml)		단위 채종량 (ml/3.3㎡)	개화일 (월.일)		채종 방법
		♀	♂	♀	♂		♀	♂	
2009 (1년차)	OH414-2-60-55-5 2-51 x DMJ	21	12	1,550	제거	221	4.29	4.29	SI
	1442-51 x OH68-1-55-55	18	13	1,950	950	414	5.1	4.29	SI
	G4 x 664DAC-2	24	17	1,700	800	357	5.1	4.29	SI
	M708(진) x 67-2-52-55	16	10	1,700	제거	242	4.24	4.21	SI
2010 (2년차)	OH x 8DSN	34	17	2,350	제거	196	5.6	5.10	SI
	OH-2-51-51-52-5 2 x DMJ	28	14	1,800	제거	257	5.7	5.9	SI
	OH x 1442D-1-54	28	14	1,650	제거	165	5.7	5.18	SI
	OH x 641HU-56-52-53	30	15	2,200	제거	220	5.6	5.13	SI
	M708(진) x 67-2-52-55-52	17	8	1,050	제거	131	4.29	5.5	SI
2011 (3년차)	OH x 1442-1-54-52-52	20	14	1,250	제거	178	5.4	5.14	SI
	M708(진)M.S. x D771-2B-79	24	12	2,700	제거	225	5.2	5.6	M.S.
	OH414-2-60-55-5 2MX x DMJ	70	35	5kg	제거	227	5.11	5.8	M.S.
	OH x 8DSN	(1,000㎡)		-	-	-	5.8	5.5	이상 기후로 채종 실패
	OH-2-51-51-52-5 2 x DMJ	(1,000㎡)		-	-	-	5.9	5.6	

채종 연도	조합명	정식 주수		채종량(ml)		단위 채종량 (ml/3.3㎡)	개화일 (월.일)		채종 방법
		♀	♂	♀	♂		♀	♂	
2012 (4년차)	771HM.S. x 63-51-58-52	(450㎡)		18kg	제거	185	4.28	4.24	M.S.
	641 x D771-2B-79	20	10	1,200	제거	171	5.1	5.9	SI
	D596M.S. x OH414-3-63-54	23	12	1,400	제거	200	4.29	5.2	M.S.
	D596M.S. x OH-2-55-1	23	12	1,850	제거	264	4.30	5.1	M.S.
	OH x 8DSN	(1,000㎡)		24kg	제거	112	4.30	4.25	SI
	OH414-2-60-55M. S. x DMJ	(1,000㎡)		46kg	제거	190	5.5	5.1	M.S.
	OH-2-51-51-52-5 1 x DMJ	(1,000㎡)		32kg	제거	149	5.1	4.30	SI
2013 (5년차)	1442DM.S. x 23H68-1-55-53	20	15	900	제거	128	4.30	4.29	M.S.
	641 x OH414-3-63-54	20	9	950	제거	135	4.30	5.1	SI
	641 x ACDMJ-1-53-51	18	10	900	제거	128	4.28	4.29	SI
	OH x 8DSN	(1,000㎡)		12kg	제거	56	5.1	4.29	SI
	OH414-2-60-55M. S. x DMJ	(1,000㎡)		27kg	제거	126	5.12	5.3	M.S.

## 2. 가을무

봄무와 유사하게 시교채종 및 시험생산을 수행하였다. 봄무에 비하여 채종 수량성은 더욱 차이가 컸다. 3.3㎡당 42ml에서부터 257ml까지로 계통의 초세, 또는 착협 습성을 감안한 조합이 필요한 것으로 판단되었다.

육성 초기에서부터 우친용으로는 종자생산성 검토를 한 후에 이용함이 타당할 것으로 판단되며, 자가불화합성 채종보다는 M.S. 품종을 유도하여 우, ♂의 비율이 1:1이 아닌 2:1, 혹은 3:1의 비율로 채종하지 않으면 국내, 또는 해외 채종에서도 채종비용 상승에 따른 어려움이 클 것으로 예상되었다.

품종보호신청 한 GR-28[5HDF·M.S. x OH52FA-32-52-52]는 2010년 지금의 우송를 반대로 채종한 바, 우친의 착해 상태가 험간 간격이 너무 길고 종자가 소립이어서 3.3㎡당 64ml였으나 2013년 M.S.화하여 채종한 바 3.3㎡당 153ml로 안정적 결과를 보였다. 또한 본 채종시에는 1:1 채종이 아닌 2:1, 혹은 3:1 비율 적용이 가능하므로 채종의 안정성을 확보할 수 있을 것으로 예상되었다.

가을무와 봄무 공히 소재를 보호하고 채종에 안정을 기하여 고순도 종자 생산을 위하여 자가불화합성을 이용한 품종개발보다는 융성불임을 이용한 채종 품종 개발의 필요성이 요구된다.

[ 17] 가을무 시교·시험채종 결과

채종 연도	조합명	정식 주수		채종량(ml)		단위 채종량 (ml/3.3㎡)	개화일 (월.일)		채종 방법
		♀	♂	♀	♂		♀	♂	
2009년 (1년차)	OH52FA-31-52-5 2 x 7M708	46	32	2,100	제거	140	41.7	4.15	SI
	OH52FA-1-57-52 x 7M708	41	30	1,650	제거	110	4.17	4.15	SI
	M116 x YR만S	23	23	300	1,650	235	4.12	4.21	SI
	63-1-62-52-52 x 7M708	30	15	1,500	제거	214	4.1	4.17	SI
	801S=54M.S. x 1421	(1,000㎡)		45kg	제거	210	4.20	4.20	M.S. (시험 생산)
	(652 x D595) x D596	(1,000㎡)		62kg	제거	289	5.2	4.30	SI (시험 생산)
2010년 (2년차)	OH52FA-32-52-5 2 x 5HDF-51-1-1	22	16	440	450	64	5.4	4.29	SI
	OH52FA-32-52-5 2 x 664DAC-2	22	16	400	500	71	5.12	5.9	SI
	54D-2-10-55M.S. x M116-2-51	24	19	1,350	-	192	3.25	3.27	M.S.
	54D-2-10-55M.S. x 4HDKW-2-54-52	25	18	1,550	-	221	3.26	3.25	M.S.
	OH x B9	(1,000㎡)		52kg	-	173	5.1	4.25	SI (시험 생산)
	OH(1467) x 664DAC-2	(1,000㎡)		57kg	-	190	5.2	5.5	SI (시험 생산)

채종 연도	조합명	정식 주수		채종량(ml)		단위 채종량 (ml/3.3m <sup>2</sup> )	개화일 (월·일)		채종 방법
		♀	♂	♀	♂		♀	♂	
2011년 (3년차)	D596M.S. x OH52FA-31-1	19	15	1,800	-	257	5.2	5.3	M.S.
	OH414-3-63-54 x 5HD	22	21	1,250	1,250	178	5.6	4.24	SI
	771HM.S. x 1667OR	20	22	1,750	-	250	4.28	4.22	M.S.
	414M.S. x 5HP	24	24	1,150	제거	164	5.11	4.18	M.S.
	(67 x 67) x YR만S	(1,000m <sup>2</sup> )		14.5kg	16.5kg	103	5.1	4.20	SI (시험 생산)
	54D-2-10M.S. x 4HDKW	(1,000m <sup>2</sup> )		37.5kg	제거	125	4.15	4.16	M.S. (시험 생산)
2012년 (4년차)	OH414-2-60-55M. S. x 664DAC-60	22	20	2,750	제거	392	5.10	4.29	M.S.
	(63-54-58) x 1667	11	12	100	제거	142	4.28	5.8	SI
	OH64-1-51-53-54 x YR만S	21	15	1,800	1,200	257	4.24	4.23	SI
	KWM.S. x D596	17	14	2,500	-	357	4.23	4.27	M.S.
	OH52FA-31-52-5 2 x 5HDF-51	(2,000m <sup>2</sup> )		14kg	34kg	80	5.1	4.25	SI
2013년 (5년차)	5HDM.S. x OH52FA-31-51	45	24	2,300	-	153	5.12	5.18	M.S.
	OH414-3-63-54M. S. x 4HDKW-2-54	22	17	60	제거	8	5.21	5.3	M.S. (세대 단축 종자 이용)
	(801S-54 x 801S-57) x KW	22	15	300	제거	42	5.2	4.20	M.S.



그림 31 시험 생산 전경 (장마대비)



그림 32 시교 정식



그림 33 시교 정식



그림 35 노지 시험 채종



그림 34 시교 개화 전경



## 제 6 절 개발 품종의 일본 연락시험 결과

### 1. HC-4

2010년 겨울 이후 종묘업체를 통해 시험한 결과를 보면, 본 품종의 적기 시험으로 근장이 적당하고 크기가 대비종인 貴譽보다는 작으나 청수색이 연하고 무속색깔이 청육이 거의 나타나지 않고 추대가 늦으며 근형이 우수하였다. 2011년에는 월동 작형에 공시하여 시험한 결과, 근장이 대비품종인 冬みね와 유사하고 근미비대가 빠르며 근중도 적절하여 경쟁력이 있었고, 저온기에 문제시되는 무속색깔이 좋아 안정적이었다. 냉해율은 대비품종인 冬みね보다는 높았으나 그 외 타 품종들과 유사한 수준으로, 전반적으로 우수한 결과를 나타내었다. 2012년에는 근장이 가장 짧아지는 시기인 10월 말에 시험한 바, 근장이 대비 품종과 유사하였고 근미비대가 빠르며 청수색깔이 연하고 무속색깔도 양호하였고 저온 피해도 적었으며 추대가 전혀 없어 안정된 품종으로 평가되었다.

### 2. GR-26

봄 과중기와 홑가이드에서 시험한 결과를 보면, 대비품종인 YR桜坂나 R64와 비교하여 추대가 늦다는 것이 확인되었고, 이는 홑가이드 루스에서의 결과에서도 증명되었다. 청수 정도는 다른 대비 품종과 유사한 정도고 무속색깔도 유사하거나 다소 양호한 편이었으며 근미비대는 대체로 빠른 결과를 나타내었다. 근의 형태도 비대가 빠르고 H형으로 자라는 우수한 결과를 보여, 전반적으로 우수한 평가결과를 나타내었다.

봄 재배 시에는 산지에 따라 위황병으로 인한 문제가 발생하는 경우가 잦으나, 본 품종은 송진이 검정된 위황병 내병계이고 우친도 대체로 강하므로 유전기작상 우성으로 발현하므로 우점품종들과 유사한 저항성을 갖춘 것으로 판단된다.

### 3. GR-28

본 품종은 일본 현지시험에서 연속 선발되어 시교채종 하였으나, 자식률이 높고 종자생산성이 미흡하여 우친을 응성불임성 계통으로 유도, 2013년 시교채종 후 그 종자를 연락시험에 공시하였다. 2013년 가을 시험에서는 잦은 강우로 인해 시험이 원활히 진행되기 어려워, 아직까지 최종 평가 결과가 도출되지 못하였다.

[표18] HC-4 2010년 연락시험 결과 (2010-2011)

파종 12.24, 수확 4.20

재배지: 일본 씨바현

품종명	엽장 (cm)	근장 (cm)	근경 (cm)	근중 (gr)	청수색*	근미비대**	청육색***	추대 (%)	근형	평가
HC-4	39	39.7	8	1667	2	3	2	16.7	○	○△
貴譽	40	37.7	8.4	1750	5	2-3	4	100	△	△×
春山ゆ	39	40	8.1	1717	4	3	2	78.6	△	△
R67	35	42	7.8	1750	4	2	3	58.8	×	×

\*청수색: 1(연)-5(진)

\*\*근미비대: 1(말)-5(조)

\*\*\*청육색: 1(연)-5(진)

[표19] HC-4 연락시험결과 (2012-2013)

파종: 9.27

수확: 1.10

재배지: 일본 씨바현

품종명	엽장 (cm)	근장 (cm)	근경 (cm)	근미*	근중 (gr)	무속색깔**	냉해율 (%)	평가
HC-4	35	37.3	6.9	3	1207	1	23	○△
冬みね	34	34.3	7.2	2-3	1117	-	9	△
初譽	37	37.0	7.1	3	1400	4	21	○△
冬人88	33	36.0	6.8	3	1233	2	23	△○

\*근미: 1(만)-5(초)

\*\*속색깔: 1(백)-5(청)

[표20] HC-4 연락시험결과 (2012-2013)

파종: 10월 27일

수확: 4월 7일

재배지: 일본 씨바현

품종명	엽장 (cm)	근장 (cm)	근경 (cm)	근중 (gr)	근미*	청수**	무속색깔***	냉해율 (%)	추대 (%)	평가
HC-4	32	33.7	7.6	1233	3-4	2-3	3	8	0	○△
貴譽 (미가도)	30	31.0	7.2	1033	2-3	5	4	55	30	△×
初譽 (미가도)	31	31.3	6.9	1007	2-3	2-3	4	30	25	△
春神藥 (다끼)	42	36.0	7.2	1167	2-3	2-3	3	5	35	△
R67 (산젠타)	33	37	7.3	1210	1-2	3	3	15	35	△

\*근미: 1(만)-5(조)

\*\*청수: 1(연)-5(진)

\*\*\*무속색깔: 1(백)-5(청시)

[표21] GR-26 연락시험결과 (2010)

파종: 3월 29일      수확: 6월 9일

재배지: 나라현 (표고 300m지역)

품종명	엽장 (cm)	근장 (cm)	근경 (cm)	근중 (gr)	청수*	근미 비대**	청육색 ***	추대 (%)	근형	평가
GR-26	44	36.0	7.3	1283	1	3	1	0	○	○
YR桜坂	40	36.3	7.5	1167	2	2-3	1	85	○△	△
R64	40	36.3	7.5	1300	2-3	3	2	55	○△	△
夢譽	52	36.3	7.6	1217	3-4	2-3	1	100	△	×

\*청수: 1(연)-5(진)

\*\*근미비대: 1(만)-5(조)

\*\*\*청육색: 1(백)-5(청)

[표22] GR-26 연락시험결과 (2011)

파종: 2월 3일

수확: 5월 7일

재배지: 일본 찌바현

품종명	엽장 (cm)	근장 (cm)	근경 (cm)	근중 (gr)	청수	근미 비대	청육색	추대 (%)	평가
GR-26	31	32.3	7.5	1167	3	3	2	0	○△
YR桜坂	31	31.7	7.5	1183	4	3	3	0	○△
つや風	37	38.3	8.4	1800	3	3-4	3	27.8	△
R64	28	37.3	8.1	1583	2-3	3	2	0	△

[표23] GR-26 연락시험결과 (2011)

파종: 2월 8일      수확: 5월 17일

재배지: 나라현 (표고 300m지역)

품종명	엽장 (cm)	근장 (cm)	근경 (cm)	근중 (gr)	청수	근미 비대	청육색	추대 (%)	근형	평가
GR-26	41	34.7	7.8	1467	2-3	4	3	28.6	○	○
YR桜坂	40	34.7	8	1467	3	3-4	2	77.8	○△	△
つや風	43	39.3	7.9	1567	2-3	2-3	3	83.3	○△	△
R64	42	40.3	8.1	1900	3	3-4	2	35.3	△	×

[표24] GR-26 연락시험결과 (2011)

파종: 3월 18일

수확: 6월 6일

재배지: 나라현 (표고 300m지역)

품종명	엽장 (cm)	근장 (cm)	근경 (cm)	근중 (gr)	청수	청선	근미 비대	추대 (%)	평가
GR-26	43	3703	8.6	1939	2	2	3-4	15	○
YR桜坂	47	35	8.2	1500	2-3	3	3	39	○△
つや風	48	38.7	7.5	1383	2	2	3	53	○△
貴譽	48.7	35.5	7.6	1267	3	1	3	94	○△

[표25] GR-26 연락시험결과 (2011, 홋가이도)

파종: 5월 12일

수확: 7월 13일

재배지: 홋가이도 루스

품종명	엽장 (cm)	근장 (cm)	근경 (cm)	청수	황선	근미 비대	육색	추대 (%)	형태	평가
GR-26	43	35.3	7.1	2	1	4	3	0	○	○
YR桜坂	42	34.3	7.0	3	3	3-4	3-4	100	○	×
つや風	36	34.7	7.0	3	4	3	4	0	○△	△

[표26] GR-26 연락시험결과 (2011, 홋가이도)

파종: 6월 8일

수확: 8월 13일

재배지: 홋가이도 루스

품종명	엽장 (cm)	근장 (cm)	근경 (cm)	청수	황선	근미	육색	추대 (%)	평가
GR-26	43	39.3	6.9	2-3	1	4	4	0	○△
YR桜坂	44	37.7	6.5	2-3	3	3	4	0	△
夢譽	42	33.7	6.5	4	1	3	4	0	△

[표27] GR-26 연락시험결과 (2013, 홋가이도)

파종: 6월 8일

수확: 8월 7일

재배지: 홋가이도 루스

품종명	엽장 (cm)	근장 (cm)	근경 (cm)	청수	근미	황선	생리 장애	평가
GR-26	37	37	6.5	2	4	-	0	○
貴譽	42	35	6.7	2-3	4	-	(1)	△○
YR桜坂	36	36	6.0	2	3	2	(1)	△×

## 제 7 절 응성불임성 계통 육성

무 채종에 이용되는 기술에는 자가불화합성을 이용한 채종과, 응성불임을 이용한 채종이 있으며, 2000년대 이전에는 대부분이 자가불화합성을 이용한 채종이었다.

그러나 소재의 보호, 조합간 개화기 차이, 고순도 품종 요구 등으로 응성불임성 품종이 일본 무 시장에서는 주류로 자리잡고 있다. 우점품종으로 미가도 교화종묘의 福譽 夢譽 貴譽 사가다 종묘의 冬みね, 동북종묘의 여름 품종인 夏っか등을 예시로 들 수 있다.

본 연구에서도 응성불임성 품종을 만들기 위하여, 특성이 우수한 계통과, 그룹 중 대표가 되는 계통들을 중점적으로 육성하였다. 특히 만추대 계통은 육성에 장시간이 소요되고 그 중요도가 높아, 우선 육성하였다. 본 연구에서 발표한 GR-26과 GR-28은 응성불임을 이용한 품종으로 전환되었고, HC-4도 응성불임 계통이 완료되어 시험채종과 성능확인 중에 있다.

하지만 응성불임 계통으로 전환 시 문제점도 나타났다. 원종증식 단계에서 응성불임 계통에 자가불화합성이 관여되면서 탄산가스 처리 등 자가불화합성 타파방법을 동원해도 생산에 차질을 빚었다. 또한 꽃가루가 응성불임으로 치환되면서 그 영향이 암술에 미쳐, 암술의 길이가 길어지는 현상을 보였으며, 자가불화합성을 이용한 계통보다 종자의 크기가 작아지는 현상도 보였다.

최종적으로는 응성불임 품종을 육성하기 위하여 분리 초기세대에서부터 유사한 계통으로 자가불화합성 인자가 다른 계통을 선발하여 원종 생산의 문제를 해결하여, 더욱 안정되며 경제성을 갖춘 품종 육성이 가능할 것으로 기대된다.

[표] 응성불임계통 육성 현황

계통명	M.S치환횟수 (회)	M.S 순도	추대성	비고
M11	7	고정완료	극만	조합에 활용 중
M12	7	고정완료	극만	조합에 활용 중
M13	7	고정완료	극만	조합에 활용 중
M14	7	고정완료	극만	조합에 활용 중
641HU-56(S2)	4	미고정	극만	-
67-1-52-G7	4	미고정	만	-
6451-1-68	4	미고정	만	-
OH	7	고정완료	만	조합에 활용 중
OH(1467)	7	고정완료	만	조합에 활용 중

계통명	M.S치환횟수 (회)	M.S 순도	추대성	비고
OH-2-51-51-52-52	5	고정완료	만	조합에 활용 중
OH-2-51-52-54-52	4	미고정	만	-
OH-2-51-1-53-51	4	미고정	만	-
OH-2-51-1-52-51-1-2-1	3	미고정	만	-
G3	4	미고정	만	-
G4	5	미고정	만	-
OH68-1-54-59	7	고정완료	만	조합에 활용 중
OH414-2-60-52-51	6	고정완료	만	조합에 활용 중
OH414-2-60-55-52	5	고정완료	만	GR-26 모계
OH414-2-53-53(S1)	6	고정완료	만	조합에 활용 중
OH414-2-53-53(S2)	4	미고정	만	-
OH414-1-60-52-52-G7	3	미고정	만	-
OH414-1-51-51-51	4	미고정	만	-
OH414-3-63-54	4	고정완료	만	시교, 조합에 활용 중
414	7	고정완료	만	시교, 조합에 활용 중
OH414-2-53-52(S1)	5	미고정	만	-
OH414-2-53-52(S2)	3	미고정	만	-
OH664AC-8	8	고정	만	조합에 활용 중
OH52FA-1-57	4	미고정	중만	-
OH52FA-1-10	3	미고정	중만	-
OH52FA-31-52-52	3	미고정	중만	-
OBG414-1-54-52-51-51	4	고정	만	조합에 활용 중

계통명	M.S치환횟수 (회)	M.S 순도	추대성	비고
OBG414-1-54-52-52-51	3	미고정	만	-
OBG414-1-60-55-55	5	고정	만	조합에 활용 중
1442D-1-54-52-52	4	미고정	극만	-
D596	7	고정	만	시교, 조합에 활용 중
DMJ	7	고정	만	시교, 조합에 활용 중
1D2	3	미고정	만	-
D595	5	고정	만	조합에 활용 중
DWM-63-52-54	4	미고정	만	-
D771-2B-79	4	미고정	만	-
8DSN	5	고정	만	조합에 활용 중
6YD163	4	미고정	만	-
8SY	4	미고정	만	-
1H	7	고정	만	시교, 조합에 활용 중
5HDF-51	4	고정	조	시교, 조합에 활용 중
7M708-51	6	고정	조	시교, 조합에 활용 중
2OH68-1-55-53-51 -59-52-11	1	미고정	만	
AC8JM-1-S57-21-51	3	미고정	만	
OH708진-1-52-52-21	1	미고정	만	
OH708진-1-52-55-21	1	미고정	만	
OH708진-2-53-55-21	1	미고정	만	
OH708진-2-53-59-23	1	미고정	만	
OH708진-2-54-52-21	1	미고정	만	

계통명	M.S치환횟수 (회)	M.S 순도	추대성	비고
OH708진-2-54-54-21	1	미고정	만	
OH708진-2-54-56-21	1	미고정	만	
7084HDKW-51-51 -51-22-22	2	미고정	조	
7084HDKW-51-51 -51-22-22	2	미고정	조	



그림 36 MS-MF 꽃 비교



# 제 4 장 목표달성도 및 관련 분야에의 기여도

## 제 1 절 정량적 연구목표 및 달성도

(단위 : 건수)

구분		특허		신품종				유전자원 등록	논문		기타
		출원	등록	품종명칭 등록	품종수 입 신 고	품종보호			SCI	비SCI	
						출원	등록				
1차년도	목표										
	달성										
2차년도	목표										
	달성										
3차년도	목표										
	달성										
4차년도	목표					1					
	달성					2					
5차년도	목표					2					
	달성					1					
계	목표					3					
	달성					3					

제 2 절 연차별 연구개발목표, 내용 및 달성도

구분 (연도)	세부연구목표		달성도 (%)
1차 년도 (2009)	청수 만추대 봄무 품종 개발	○ 보유·수집한 고정 계통들의 추대성·저온 비대성 검정 및 선발	100%
		○ 분리계통의 선발	
		○ 고정계통의 조합작성	
		○ 고정 및 분리계통의 자가불화합성 인자분석	
		○ 유망계통의 융성불임성 치환	
		○ 일본 현지 조합선발시험	
	고품질 조속성 일본 가을무 품종 개발	○ 보유수집한 고정계통의 특성조사 및 선발	100%
		○ 분리계통의 선발	
		○ 고정계통의 조합작성	
		○ 고정 및 분리계통의 자가불화합성 인자분석	
○ 일본 현지에서 조합선발 시험 수행			
2차 년도 (2010)	청수 만추대 봄무 품종 개발	○ 보유·수집한 고정 계통들의 추대성·저온 비대성 검정 및 선발	100%
		○ 분리계통의 선발	
		○ 고정계통의 조합작성	
		○ 고정 및 분리계통의 자가불화합성 인자분석	
		○ 유망계통의 융성불임성 치환	
		○ 일본 현지 조합선발시험	
		○ 시교 채종	
	고품질 조속성 일본 가을무 품종 개발	○ 보유수집한 고정계통의 특성조사 및 선발	100%
		○ 분리계통의 선발	
		○ 고정계통의 조합작성	
		○ 고정 및 분리계통의 자가불화합성 인자분석	
		○ 일본 현지에서 조합선발 시험 수행	
		○ 시교 채종	

구분 (연도)	세부연구목표		달성도 (%)
3차 년도 (2011)	청수 만추대 봄무 품종 개발	○ 보유·수집한 고정 계통들의 추대성·저온 비대성 검정 및 선발	100%
		○ 분리계통의 선발	
		○ 고정계통의 조합작성	
		○ 고정 및 분리계통의 자가불화합성 인자분석	
		○ 유망계통의 응성불임성 치환	
		○ 일본 현지 조합선발시험	
		○ 시교채종	
	고품질 조속성 일본 가을무 품종 개발	○ 보유수집한 고정계통의 특성조사 및 선발	100%
		○ 분리계통의 선발	
		○ 고정계통의 조합작성	
		○ 고정 및 분리계통의 자가불화합성 인자분석	
		○ 일본 현지에서 조합선발 시험 수행	
○ 시교채종			
4차 년도 (2012)	청수 만추대 봄무 품종 개발	○ 보유·수집한 고정 계통들의 추대성·저온 비대성 검정 및 선발	100%
		○ 분리계통의 선발	
		○ 고정계통의 조합작성	
		○ 고정 및 분리계통의 자가불화합성 인자분석	
		○ 유망계통의 응성불임성 치환	
		○ 일본 현지 조합선발시험	
		○ 시교채종	
		○ 시험생산	
		○ 품종등록	
	고품질 조속성 일본 가을무 품종 개발	○ 보유수집한 고정계통의 특성조사 및 선발	100%W
		○ 분리계통의 선발	
		○ 고정계통의 조합작성	
		○ 고정 및 분리계통의 자가불화합성 인자분석	
		○ 일본 현지에서 조합선발 시험 수행	
		○ 시교채종	
		○ 시험생산	
		○ 시험생산	

구분 (연도)	세부연구목표		달성도 (%)
5차 년도 (2013)	청수 만추대 봄무 품종 개발	○ 보유·수집한 고정 계통들의 추대성·저온 비대성 검정 및 선발	100%
		○ 분리계통의 선발	
		○ 고정계통의 조합작성	
		○ 고정 및 분리계통의 자가불화합성 인자분석	
		○ 유망계통의 융성불임성 치환	
		○ 일본 현지 조합선발시험	
		○ 시교채종	
		○ 시험생산	
	고품질 조속성 일본 가을무 품종 개발	○ 보유·수집한 고정 계통들의 추대성·저온 비대성 검정 및 선발	100%
		○ 분리계통의 선발	
		○ 고정계통의 조합작성	
		○ 고정 및 분리계통의 자가불화합성 인자분석	
		○ 유망계통의 융성불임성 치환	
		○ 일본 현지 조합선발시험	
		○ 시교채종	
		○ 시험생산	
○ 품종등록			

# 제 5 장 연구개발성과 및 성과활용계획

## 제 1 절 연구개발성과

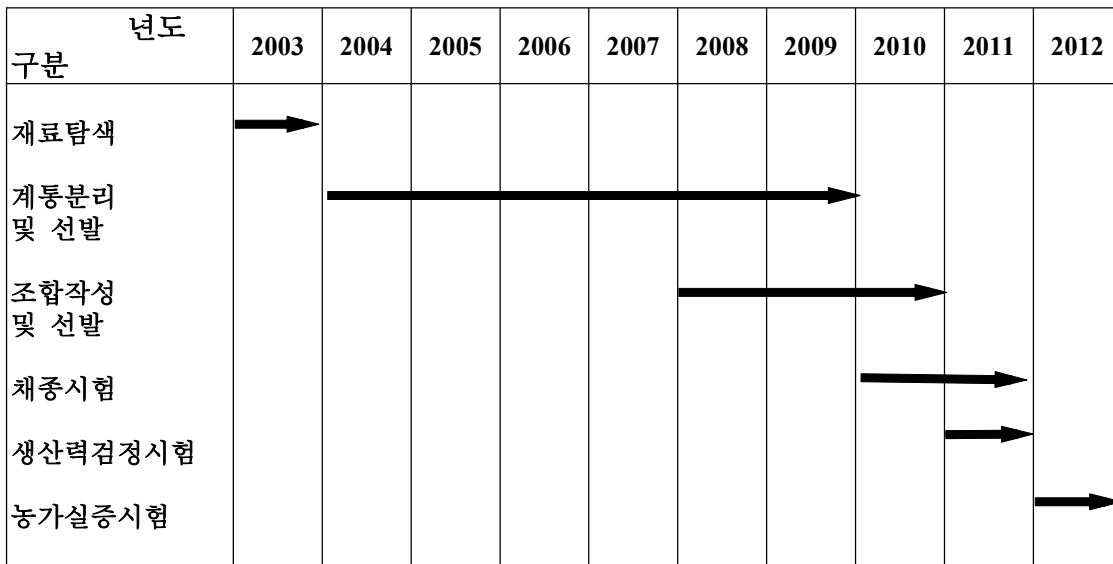
1. 품종보호출원: HC-4
- 가. 출원번호: 2012-555 (2012년 10월 19일)
- 나. 주요 형태적 특성
  - 초자는 반개장형이다.
  - 엽장은 긴 편이고 저온에 강하다.
  - 모용이 적고 강도가 약한 편이다.
  - 근장이 길다.
  - 근미비대는 늦은 편이다.
  - 바람들이 현상이 늦다.
  - 저온에도 무 속색갈에 푸른색이 없다.
  - 추대가 늦다.
  - 저온신장성이 좋다.
- 다. 품종 특성

NO	형질	표 현 형 태									출원품종		대조품종	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	NO	실측치	NO	실측치
1	배수성(ploidy)		2배체		4배체						2		2	
2	모(seedling) : 배축의 안토시아닌 착색	없다								있다	2		2	
3	떡잎(cotyledon) : 크기			작다		중간		크다			5		5	
4	잎(foliage) : 잎부착 부위의 너비			좁다		중간		넓다			5		5	
5	잎(leaf) : 자세			곧추 서다		약간서 다		눅다			5		5	
6	잎 : 길이			짧다		중간		길다			6	38cm	6	39cm
7	잎몸(leaf blade) : 모양	좁은 알형	알형	넓은 알형							2		2	
8	잎몸 : 잎끝의 모양	뾰쪽 하다	둥글다								2		2	
9	잎몸 : 색	황록색	녹색	회록 색							2		2	
10	잎몸 : 녹색의 강도			얼다		중간		질다			5		5	

11	잎몸 : 엽절(중륵에서 나누어짐)(division to midrib)	없다							있다	9	9
12	잎몸 : 엽절의 수	매우 적다	적다	중간	많다				매우 많다	6	6
13	잎몸 : 가장자리의 결각(incisions ofmargin)	없다							있다	9	9
14	잎몸 : 가장자리 결각의 깊이		얕다	중간	깊다					5	5
15	잎몸 : 털의 다소		적다	중간	많다					5	3
16	잎몸 : 털의 강도		약하 다	중간	강하다					5	3
17	잎자루(petiole) : 안토시아닌 착색	없다							있다	1	1

라. 품종육성 과정의 설명

(1) 육성 경과 도표



(2) 육성 경과 도표 설명

2003: 기존 우점품종보다 추대가 늦고 저온신장성이 좋으며 무 속색깔에 푸른색이 나타나지 않는 품종을 육성하기 위하여 추대가 늦고 저온비대성이 좋으며 저온에도 무 속색깔이 푸르지 않은 소재를 탐색하고 분리·고정시키기 시작함.

2004~2009: 일본무 중 오히루(おはる)와 봄미농계 중 육성목적에 부합하는 계통을 겨울 수막 재배하우스를 통해서 선발·고정시킴

2008~2010: 분리·고정시킨 계통 중에서 조합을 작성하고 일본 현지에서 조합선발시험을 수행하여 육성 목표에 부합하는 조합을 선발함

2010~2011: 선발된 조합을 시교채종한 바, 화합성과 종자생산성이 우수하였고, 그 종자를 이용하여 일본 현지에서 생산력 검정 시험을 수행하여 우수한 성능을 확인함

2012: 일본 현지(일본 찌바현 조시시)에서 농가 실증시험을 실시하여 목표에 부합하는 품종임을 확인함

(3) 육성 계통도


구 분	계 통		비 고	
	♀ (OH)	♂ (8DSN)		
2003	53	51	소재탐색 및 계통분리 시작	
2004	52	51	계통분리 및 선발·불화합성 검정	
2005	51	53	계통분리 및 선발·불화합성 검정	
2006	53	53	계통분리 및 선발·불화합성 검정	
2007	51	52	계통분리 및 선발·불화합성 검정	
2008	51	×	51	계통분리 및 선발, 조합 작성
2009	51	×	0	계통분리 및 선발, 조합 작성 및 선발
2010	0	×	0	조합 선발 및 시교 생산
2011	0		0	시험생산 및 생산력 검정시험
2012		 HC-4		농가실증시험



그림 44 [출원품종] HC-4 개체



그림 45 [출원품종] HC-4 전경





그림 46 출원/대조품중 HC-4, 貴譽(다까호마레) 비교

2. 품종보호출원: GR-26

가. 출원번호: 2012-535 (2012년 10월 15일)

나. 주요 형태적 특성

- 초자는 반개장형이다.
- 엽장은 대체로 짧다.
- 엽색이 진한 편이다.
- 모용이 중간 정도이고 강도도 중간정도이다.
- 근장은 전형적인 일본봄무형이다.
- 근미비대가 빠른 편이다.
- 바람들이 현상이 매우 늦다.
- 추대성이 늦다.

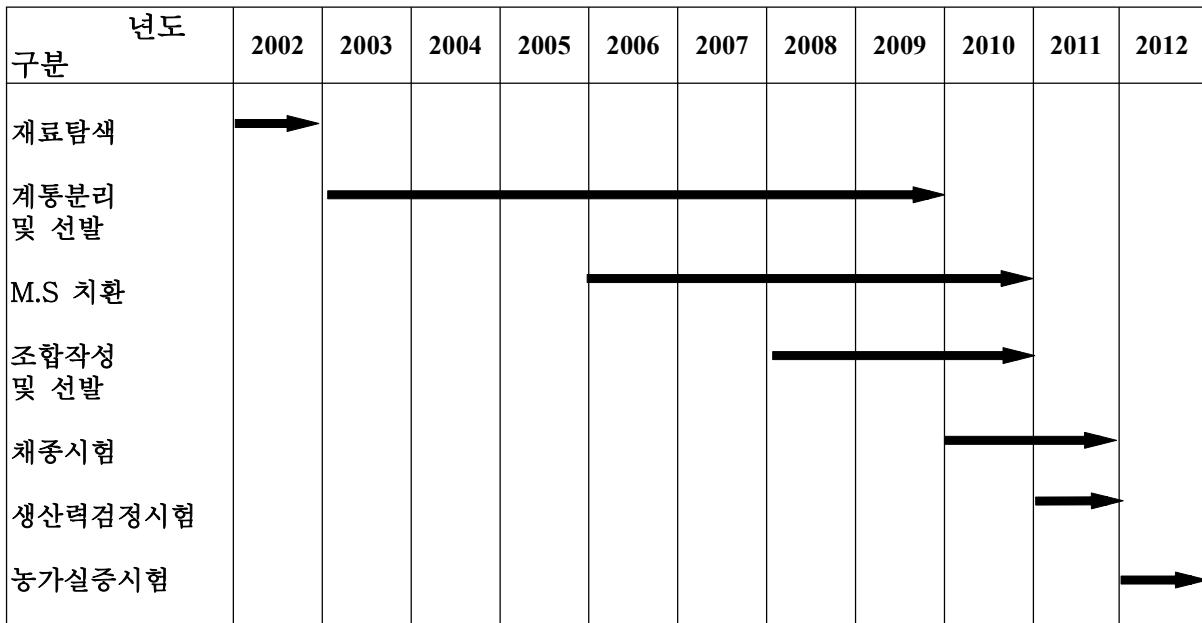
다. 품종 특성

NO	형질	표 현 형 태									출원품종		대조품종	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	NO	실측치	NO	실측치
1	배수성(ploidy)		2배체		4배체						2		2	
2	모(seedling) : 배축의 안토시아닌 착색	없다								있다	1		1	
3	떡잎(cotyledon) : 크기			작다		중간				크다	5		5	
4	잎(foliage) : 잎부착 부위의 너비			좁다		중간				넓다	5		5	
5	잎(leaf) : 자세			곧추 서다		약간서 다				눅다	5		5	
6	잎 : 길이			짧다		중간				길다	4	40cm	5	42cm
7	잎몸(leaf blade) : 모양	좁은 알형	알형	넓은 알형							2		2	
8	잎몸 : 잎끝의 모양	뾰족하 다	둥글다								2		2	
9	잎몸 : 색	황록색	녹색	회록 색							2		2	
10	잎몸 : 녹색의 강도			열다		중간				질다	5		5	

11	앞몸 : 엽절(중륵에서 나누어짐)(division to midrib)	없다							있다	9	9
12	앞몸 : 엽절의 수	매우 적다	적다	중간	많다	매우 많다				5	5
13	앞몸 : 가장자리의 결각(incisions ofmargin)	없다							있다	9	9
14	앞몸 : 가장자리 결각의 깊이		얕다	중간	깊다					3	3
15	앞몸 : 털의 다소		적다	중간	많다					5	5
16	앞몸 : 털의 강도		약하 다	중간	강하다					5	5
17	앞자루(petiole) : 안토시아닌 착색	없다							있다	1	1

라. 품종육성 과정의 설명

(1) 육성 경과 도표



(2) 육성 경과 도표 설명

2002: 기존의 우점품종보다 더 추대가 늦고 근미비대가 빠른 품종을 만들기 위하여 소재를 탐색하고 분리, 고정하기 시작함.

2003~2009: 분리계 중에서 추대가 늦고 근피가 고우며 저온비대력이 우수한 계통을 겨울동안 수막비닐하우스 재배로 분리, 고정시킴

2005~2010: 분리선발하는 계통부터 근계의 M.S.로부터 M.S.를 치환하여 M.S. 계통으로 전환함.

2008~2010: 선발된 계통 중에서 조합을 작성하고 일본 현지 시험에서 우수한 조합을 선발함.

2010~2011: 선발된 조합을 시교채종 및 시험채종을 한 바, 화합성이 우수하고 종자 생산성도 우수하였음.

2011~2012: 시교채종 및 시험채종한 종자로 일본 현지에서 생산력 검증시험과 농가실증시험을 수행한 바, 우수한 성능을 확인함.

(3) 육성 계통도

구 분	계 통			비 고
	♀ (OH414)		♂ (DMJ)	
	M.S. A line	M.S. B line		
2002		2	51	소재탐색 및 계통분리 시작
2003		2	51	계통분리 및 선발
2004		60	51	계통분리 및 선발
2005	(M. M.S) ↙ X	55	51	계통분리 및 선발, M.S. 치환
2006	↘ X	52	53	계통분리 및 선발, M.S. 치환
2007	↘ X	51	51	계통분리 및 선발, M.S. 치환
2008	↘ X	51	0	계통분리 및 선발, M.S. 치환, 조합 작성
2009	↘ X	51	0	계통분리 및 선발, M.S. 치환, 조합 작성
2010	OH414 M.S ↘ X	X	0	조합 작성, M.S. 치환, 채종 시험
2011		↓		채종 시험 및 생산력 검정 시험
2012		GR-26		농가실증시험



그림 60 [출원품종] GR-26 개체



그림 61 [출원품종] GR-26 전경



그림 62 출원/대조품종 GR-26, YR 桜坂 비교

3. 품종보호출원: GR-28

가. 출원번호: 2012-338 (2013년 6월 10일)

나. 주요 형태적 특성

- 초자는 반개장형이다.
- 엽장은 보통이고 번무하지 않다
- 모용이 극히 적고 강도도 약하다
- 근장은 일본가을무의 표준인 37cm 전후이다
- 근미비대는 빠른 편이다.
- 바람들이 현상이 낮다.
- 저온에도 무 속색갈에 푸른색이 거의 없다.
- 추대는 중간이다
- 저온에 지상부가 강하지는 않다.

다. 품종 특성

NO	형질	표 현 형 태									출원품종		대조품종	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	NO	실측치	NO	실측치
1	배수성(ploidy)		2배체		4배체						2		2	
2	모(seedling) : 배측의 안토시아닌 착색	없다								있다	1		1	
3	떡잎(cotyledon) : 크기			작다		중간		크다			5		5	
4	잎(foliage) : 잎부착 부위의 너비			좁다		중간		넓다			5		5	
5	잎(leaf) : 자세			곧추 서다		약간서 다		눕다			5		5	
6	잎 : 길이			짧다		중간		길다			4	38cm	5	41cm
7	잎몸(leaf blade) : 모양	좁은 알형	알형	넓은 알형							2		2	
8	잎몸 : 잎끝의 모양	뾰족하 다	둥글다								2		2	
9	잎몸 : 색	황록색	녹색	회록 색							2		2	
10	잎몸 : 녹색의 강도			열다		중간		질다			5		5	

11	잎몸 : 엽절(중륵에서 나누어짐)(division to midrib)	없다							있다	9		9	
12	잎몸 : 엽절의 수	매우 적다	적다		중간		많다		매우 많다	6	12매	6	13매
13	잎몸 : 가장자리의 결각(incisions ofmargin)	없다							있다	9		9	
14	잎몸 : 가장자리 결각의 깊이		얕다		중간		깊다			5		5	
15	잎몸 : 털의 다소		적다		중간		많다			3		3	
16	잎몸 : 털의 강도		약하 다		중간		강하다			2		3	
17	잎자루(petiole) : 안토시아닌 착색	없다							있다	1		1	

라. 품종육성 과정의 설명

(1) 육성 경과 도표

구분	년도										
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
재료탐색	→										
계통분리 및 선발		→	→	→	→	→	→	→			
조합작성 및 선발						→	→	→			
채종시험								→	→		
생산력검정시험									→	→	
농가실증시험										→	→



나. 육성 경과 도표 설명

2003: 우점품종인 후구호마레(福譽)의 단점인 청수를 연하게하고 저온기 무 속색깔도 푸른색이 나타나지 않는 안정성 있는 품종을 만들기위하여 소재를 탐색하고 분리·고정 시키기 시작함.

2004~2009: 선발된 (오하루X장형궁중)분리계와 후쿠덴가 분리계에서 육성 목적에 부합되는 계통을 선발하고 고정시킴.

2008~2010: 분리·고정시킨 계통 중에서 조합을 작성하고 일본 현지에서 조합선발시험을 수행하여 육성 목표에 부합하는 조합을 선발함

2010~2011: 선발된 조합을 시교재종한 바, 화합성이 우수하며 종자생산성도 양호하여 일본현지에서 생산력검정시험을 수행하여 성능을 확인하고 선발함.

2012: 일본 현지(일본 찌바현 조시시)에서 농가 실증시험을 실시하여 목표에 부합하는 품종임을 확인함

(2) 육성 계통도


구 분	계 통		비 고	
	♀ (OH52FA)	♂ (5HDF)		
2003	31	51	소재탐색 및 계통분리 시작	
2004	52	1	계통분리 및 선발·불화합성 검정	
2005	52	1	계통분리 및 선발·불화합성 검정	
2006	51	1	계통분리 및 선발·불화합성 검정	
2007	51	1	계통분리 및 선발·불화합성 검정	
2008	51	×	1	계통분리 및 선발, 조합 작성
2009	51	×	0	계통분리 및 선발, 조합 작성 및 선발
2010	0	×	0	조합 선발 및 시교 생산
2011	0		0	시험생산 및 생산력 검정시험
2012		 <b>GR-28</b>		농가실증시험



그림 70 [출원품종] GR-28개체



그림 71 [출원품종] GR-28전경



그림 72 출원/대조품종 GR-28 (후꾸호마레) 비교

## 제 2 절 연구개발성과의 활용방안 및 기대효과

### 1. 연구개발 결과의 활용방안

본 연구에서 개발된 HC-4와 GR-26은 2013년에 생산하여 일본 업체 2개사에 수출을 달성하여 약 USD 120,000의 매출을 기록하였다. 이러한 수요는 더욱 증가하고 있어, 생산이 차질없이 진행 될 경우 향후 더욱 큰 매출을 기대할 수 있을 것으로 예상된다. 현재까지 해당 품종의 작형에 대하여 일본 내 경쟁사 시교보다 우수한 품질을 나타내고 있어, 우점품종의 지위를 중장기적으로 유지할 수 있을 것으로 기대된다.

GR-28은 지속적인 확대 시험을 거쳐 산지를 개발할 예정이다. 봄 품종 발표가 있었으므로 장기적인 효과를 나타내어 매출에 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

연구 과정에서 육성되어진 만추계 계통과 응성불임성 계통은 계속해서 일본무 품종 육성에 서의 높은 활용도를 보일 것으로 기대된다. 특히 국내는 물론, 급속히 성장하고 있는 중국 무 시장 공략을 위한 연구개발 측면에서도 활용가치가 높은 것으로 평가할 수 있다.

일본무 시장에서 연구자가 연속적으로 만추대 품종을 발표함으로써, 일본의 타 종자업체들보다 기술적 우위 더욱 강화시켜가고 있으며, 응성불임을 활용한 품종발표를 통해 기술적 차별화를 장기간 지속시킬 수 있을 것으로 기대된다.

현재는 국내에서 일본무 종자 수출 시, 자사 상표 판매는 불가능한 상황이나, 지속적인 품종 개발 및 차별화를 통해 인지도를 확보함으로써 향후 자체 브랜드화가 가능할 것으로 기대된다. 또한 만추대 품종은 해외에서 채종하기 어렵고, 안정성이 미약하여 국내에서 채종이 이루어져야 하므로, 농가 소득증대와 외화 확보에 기여하는 측면도 크다 할 것이다.

## 2. 기대효과

### (1) 기술적 측면

한국, 일본, 중국 등 아시아의 무 육성에서 가장 중요한 계통인 만추계 계통 육성에서의 우위를 선점함으로써, 기술적 차별화를 지속할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 이들 소재의 유출을 옹성불임성 계통을 통해 차단하게 되므로, 국가 간 육종능력의 차이를 장기간 유지할 수 있을 것으로 예상된다.

### (2) 경제적·산업적 측면

일본무 시장에 가격이 가장 높은 봄무와, 시장크기가 큰 가을무 품종 종자를 수출함으로써 USD 200~300만의 외화확보가 가능할 것으로 예상된다.

국내에서 종자 생산을 하여 수출함으로써, 국내 무 생산기지를 보호하고 농가소득에 기여할 수 있을 것이다. 또한 만추계 품종은 중국에도 수출할 수 있거나, 이들의 편친을 이용한 신품종 육성에도 기여할 것이다.

## 제 6 장 참고 문헌

고희중 외, 2010, *신고 식물육종학*, 향문사

김수석, 박현태, 2013, *종자산업의 도약을 위한 발전전략*, 한국농촌경제연구원

박중춘, 1988, *남부지방 시설원예의 유형과 재배환경 및 병충해 발생에 관한 연구*, 경상대학교

이정명, 2003, *채소원예각론*, 향문사

장권열, 1998, *육종학범론(4정)*, 향문사

조장환, 1995, *식물육종학*, 선진문화사

한국농촌경제연구원, 2014, *농업전망 2014*, 한국농촌경제연구원

한국채소종자산업발달사 편찬위원회, 2008, *한국채소종자산업발달사*, 서울대학교출판부

OGURA, Hiroshi, 1968, *Studies on the New Male-Sterility in Japanese Radish, with Special Reference to the Utilization of this Sterility towards the Practical Raising of Hybrid Seeds*, 鹿兒島大學

Hiroyoshi Iwata 외, 1998, Evaluation of variation of root shape of Japanese radish (*Raphanus sativus* L.) based on image analysis using elliptic Fourier descriptors, *Euphytica*

「農林水産省/作況調査(野菜)」確報(統計表一覽), 野菜生産出荷統計, 平成19年(2007)

「農林水産省/作況調査(野菜)」確報(統計表一覽), 野菜生産出荷統計, 平成19年(2008)

「農林水産省/作況調査(野菜)」確報(統計表一覽), 野菜生産出荷統計, 平成19年(2009)

「農林水産省/作況調査（野菜）」確報（統計表一覽），野菜生産出荷統計，平成19年  
(2010)

「農林水産省/作況調査（野菜）」確報（統計表一覽），野菜生産出荷統計，平成19年  
(2011)

「農林水産省/作況調査（野菜）」確報（統計表一覽），野菜生産出荷統計，平成19年  
(2012)

## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 Golden Seed 프로젝트의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.