우리나라 벼 품종개발 변천사 및 성과

조영찬* · 백만기 · 박현수 · 조준현 · 안역근 · 서정필 · 정지웅 · 이종희 · 원용재 · 송유천 · 정응기 · 김보경 · 이점호*

농촌진흥청 국립식량과학원

History and Results of Rice Breeding in Korea

Young-Chan Cho*, Man-Kee Baek, Hyun-Su Park, Jun-Hyun Cho, Eok-Keun Ahn, Jung-Pil Suh, Ji-Ung Jeung, Jong-Hee Lee, Yong-Jae Won, Yoo-Chun Song, Eung-Gi Jeong, Bo-Kyeong Kim, and Jeom-Ho Lee*

National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 55365, Republic of Korea

Abstract Rice research in Korea during the past 100 years has gone through tremendous changes and improvements as the country underwent a turbulent history of transformation. Full-scale R&D modernization began in the 1970s, when the government focused policy on achieving self-sufficiency in rice in order to establish the foundation for national economic growth. A major landmark was reached by the development of the rice variety “Tongil” and its cultivation technology, which was at the core of the unprecedented Korean “Green Revolution”. Since achieving self-sufficiency in rice, the breeding goal of Korea moved from increasing yield to improving grain quality as more consumers began to seek high quality food products in the 1980s. This change led to the establishment of the high quality rice breeding platform for enhancing the global competitiveness of Korean rice to cope with the opening of domestic rice market in the 2000s. Currently, the major breeding goals in rice are developing premium quality cultivars for table rice and specialized cultivars for boosting processed food industry. To date, the National Institute of Crop Science has released a total of 300 rice cultivars, including 202 table rice and 98 specialized usage cultivars. Diverse technologies have been developed and utilized for breeding new rice cultivars to meet changing needs. In the next 100 years of rice breeding, the convergence of traditional crop improvement technologies and the new breeding technologies utilizing recent advances in biotechnology will play a crucial role in enhancing breeding efficiency.

Keywords Rice, Breeding, Variety, Tongil, Green Revolution

Received on January 1, 2020. Revised on January 15, 2020. Accepted on February 28, 2020.

* Co-corresponding Author: Young-Chan Cho (E-mail: yccho@korea.kr, Tel: +82-63-238-5211, Fax: +82-63-238-5205)

* Corresponding Author: Jeon-Ho Lee (E-mail: ppjhlee4093@korea.kr, Tel: +82-63-238-5100, Fax: +82-63-238-5205)

서 언

농촌진흥청 국립식량과학원은 식량작물분야 시험연구 기관으로 설립되어 시대 변화에 부합하는 기능에 적응하면서 지속적으로 진화 발전해 왔다. 특히 근대적인 벼 연구는 일제강점기인 1906년 권업모범장으로부터 시작하여 1929년 농사시험장, 1949년 중앙농업기술원 그리고 1962년 농촌진흥청으로 기관명칭이 변화되어 왔다(RDA 2002). 시대별로 벼 연구사업은 국가정책에 따라 해결해야 할 다양한 목표를 두었는데 육종에 있어서 새로운 유전자원을 이용하여 수량성, 재배안정성, 품질, 병충해저항성, 재배안정성 등 형질개량이 주요 대상이었고, 재배 및 수확 후 관리는 저비용 생력기계화, 안전 다수확재배, 생리생태, 품질관리 등이 연구 대상이었다. 특히 1970년대 인디카와 자포니카간 원원교잡을 통하여 다수성 생산구조를 갖는 통일형 벼품종 개발

로 쌀 자급을 이루는 계기를 마련하여 녹색혁명을 달성하였다. 이 결과는 오늘날 교육과학기술부로부터 국가연구개발 반세기의 10대 성과에 선정되기도 하였다. 과거의 벼 육종방향이 생산자 위주의 수량성 연구가 중심이었다면 현재는 수요자가 요구하는 품질중심으로 트렌드가 바뀌고 있다. 또한 육종기술도 포장에서 식물체의 표현형을 보고 선발하던 전통육종에서 점차 분자표지를 이용하여 유전자형을 보고 실내에서 선발하는 생명공학 기법이 접목되고 있는 것이 현실이다. IT기술이 발전하면서 농업과학기술도 엄청난 속도로 빠르게 변화되고 있다. 앞으로 벼 육종연구도 전통육종 방법과 더불어 빅데이터를 활용한 디지털 육종으로 그 효율을 높여야 할 것이다. 과거에는 해결할 수 없었던 열악한 환경을 생명공학기술을 이용하여 제거하고 우리가 원하는 유전자만 삽입 할 수 있는 기술이 현실로 다가오고 있다. 육종현장에 빅데이터 활용기술 도입은 이제 선택이 아니라 필수가 되어가고

있어 이에 대한 철저한 준비가 필요하다고 본다. 본 요약을 통하여 지난 100년간의 벼 연구를 돌아보고 앞으로 다가오는 100년을 철저히 준비한다면 현재의 불확실한 농업현실을 타개하는 중요한 계기가 될 것이다.

벼 연구사업 환경변화

우리나라 벼 연구기관 변천

국립식량과학원은 식량작물 분야 농업기술 전문 연구기관으로 설립되어 시대 변화에 부합하는 기능에 적응하면서 지속적으로 변천해 왔다. 우리나라 최초의 농업연구기관은 일제 강점기 시대인 1906년 대한제국 권업모범장이 수원에 설립된 이후 목포 면작지장(1906), 사선지장(1920), 남선지장(1930), 북선지장(1931) 등 하부조직이 각각 설치되면서 그 기반이 마련되었으며(RDA 2008, 한국종자포럼 2019), 그 후 1929년 권업모범장이 농사시험장으로 개편 발전하면서 품종개발 및 재배기술 개발을 위한 기초기반 시설이 마련되었다. 특히 권업모범장으로부터 시작된 근대적인 벼 품종개발 사업은 1929년 농사시험장으로 개칭된 이후 이리에 남선지장이 설치되면서 남부 곡창지대를 대상으로 본격적인 육종사업이 시작되었다. 이후 1944년 농사시험장이 농업시험장으로 개편되었고 광복 후에는 조선총독부에서 미군정으로 소속이 이관되어 중앙농업시험장(1946), 농사개발원(1947)을 거쳐 중앙농업기술원(1949)으로 개편되었으나 광복 후 정부수립 초기의 혼란기 및 6·25 전쟁으로 10여년 동안은 농업연구시험사업 명맥만 유지하다가 농사원(대통령령 제1274

호, 1957.5.28.) 발족과 더불어 다시 농업연구사업에 활력을 되찾기 시작했다. 그 후 현재의 농촌진흥청(법률 제1039호 1962.3.21., 각령 제615호 1962.3.29.)이 발족되면서 본격적인 농업연구가 시작되었는데 그 조직은 농사원 소속 연구조직을 개편하여 작물 시험장과 원예시험장을 독립시켰고, 작물시험장 하부조직에는 3과(답작과, 전작과, 특작과) 2지장(이리지장, 목포지장)으로 편성하여 작물연구를 계속하였다. 그 후 이리지장은 수도육종연구소로 확대개편 되었으며(각령 제1709호, 1963.12.16), 1965년 호남작물시험장으로 발전 진화하였고 이때 영남작물시험장이 추가로 신설되었다. 2004년에는 국내·외 농업환경 변화에 따른 농촌사회의 균형발전을 위하여 농촌진흥청과 그 소속기관의 조직과 기능을 대폭 개편하였는데(대통령령 제18212호, 2004.1.9.) 식량작물연구를 위하여 작물과학원을 발족하였고 다시 2008년 농촌진흥청과 그 소속기관의 조직과 직무범위를 조정(대통령령 제21078호, 2008.10.8.)함에 따라 식량작물분야 조직은 현재 국립식량과학원(본원, 2부, 2센터, 4출장소) 체제로 개편되었다(Table 1, Fig. 1).

쌀 산업 변화

국내의 쌀이 절대적으로 부족함에도 불구하고 일제강점기 일본은 산미증식계획을 추진하여 쌀 공출제를 시행하였는데 이 제도는 1945년 해방될 때까지 계속되었다. 광복 후 군정당국은 해외 양곡을 도입하여 배급제를 시행하였으나 물량부족으로 식량사정을 안정시키지는 못하였다. 1948년 정부는 농업증산3개년계획(1949~1951)을 수립하였으나 6.25 전쟁으로 그 계획은

Table 1. Transition of rice research institute in Korea

Year	Institute name
1906. 4	‘Agriculture Technology Extension Center’ (ATEC, 勸業模範場) in Korean Empire (Suwon)
1907. 4	Mokpo Sub-Station of ATEC in Korean Empire
1910. 10	Jeonbuk and Pyeongyang Branch Station
1920. 3	Seoseon (Sariwon) Branch Station
1930. 3	Namseon Branch Station (Iri), Kimje Reclaimed Area Sub-Station
1944. 5	Agricultural Research Station
1949. 1	National Agricultural Technology Institute
1962. 4	Established RDA (Crop Research Station)
1963.12	Iri Branch Research Station of Crop Research Station ⇒ Rice Breeding Research Station
1965. 4	Rice Breeding Research Station → Honam Agriculture Research Station, Yeongnam Agriculture Research Station
2004. 1	National Crop Research Institute (Suwon + Honam + Yeongnam)
2008. 10	National Institute of Crop Science (Headquarter, 2 Department, 2 Center, 4 Sub-station)
2015. 1	Relocation of RDA and NICS (Suwon → Jeonju)

Fig. 1. One century of rice research showing by photos

제대로 추진되지 못하였으며, 전쟁 후 2차에 걸쳐 농업증산5개년 계획(1차 1953~1957, 2차 1958~1962)이 시행되었고, 3차 농업 증산5개년계획(1962~1966)은 1962년부터 시작된 제1차 경제 개발5개년계획의 일환으로 추진되는데 농정목표는 농업의 근대화화 및 농가소득향상 및 식량자급체제 확립으로 설정되었다. 우선 농업생산기반을 조성하기 위하여 토지개량조합법, 개간촉진법 등을 제정하여 경지확장, 토지개량, 종자갱신 등에 대한 제도화가 이루어졌고, 정부 내 농업행정조직의 강화와 농사원을 농촌진흥청으로 확대 개편하였다. 제2차 경제개발5개년계획(1967~1971) 기간 중에는 식량증산시책을 강화하였고 제3차 경제개발5개년 (1972~1976) 기간에는 식량증산을 농정의 최우선 과제로 설정 하고 생산기반조성 강화, 가격지지정책 추진을 통하여 농민들로부터 증산의욕을 고취시켜 농가소득 증대 효과를 거두었다. 1970년대 초반 주곡자급이 국정의 주요과제가 되면서 범정부 차원에서 식량증산정책을 더욱 강화한 결과 드디어 1977년에 쌀 4,000만 석을 돌파하여 주곡의 자급을 달성하였으며, 광복 후 30년 가까이 지속되던 해외 쌀 도입도 중단하게 되었다(한국농촌경제연구원 1999). 1978년부터 농산물 수입자유화 조치가 실시되어 비교우위에 입각한 수입 자유화로 농산물 수입이 급증한 반면, 식량자급률은 점차 낮아졌다. 정부는 기존의 농산물 수입제한에서 단계적 수입자유화 추진으로 정책기조를 전환하면서 2004년 이후 주요 교역국과의 FTA체결에 따라 국내 농산물시장의 개방은 본격화되었다. 그러나 WTO 출범이후 20년간 관세화 유예를 통해 시장개방의 유일한 예외 품목이던 쌀도 2015년 513%의 고율관세로 전환 조치를 단행함으로써 모든 농산물이 수입자유화 되었다. 2000년 이후 국제적으로 개방화에 대응한 경쟁력 향상을 위한 쌀 품질 고급화와 더불어 국내적으로 친환경, 고품

질, 건강기능성, 고부가치 등 사회적 트렌드 변화에 따라 벼 육종방향도 많은 변화를 가져왔다.

벼 재배기술 변화

그동안 우리나라 벼 재배기술은 시대적으로 경제발전과 더불어 수요자의 요구에 따라 다양한 농작업 분야에 비약적인 발전을 가져왔다. 그 시작은 일제 강점기였으나 실제로 1962년 농촌진흥청 설립 이후 체계화된 재배기술이 개발·보급되었다. 작업 단계별 재배기술 발전과정을 정리해 보면 논갈이는 축력-경운기-트랙터, 못자리는 물못자리-보온절충못자리-육묘상자-육묘공장, 모내기는 손이앙-기계이앙(직파), 방제는 인력-분무기-고압분무기-광역방제기, 수확은 낫-바인더-콤바인으로 발전되었으며 단보당 노동력 투입시간도 1960년대 ha당 133시간에서 2000년대 21시간으로 단축되는 성과를 가져왔다(Table 2, Fig. 2). 연대별로 정리해보면 1960년대에는 손이앙 재배기술이 확립되었는데 못자리 방법, 육묘일수, 파종량, 경운방법, 재식밀도, 시비법 등 증수환경요인 분석에 많은 성과가 있었다. 1970년대에는 단간다수확 수중형 품종인 통일형 품종들이 개발·보급되면서 작물 시험장과 각도 기술원에서 통일형벼 다수확을 위한 육묘방법, 재식밀도, 물관리 방법, 시비법, 적고현상 원인과 대책, 저온생리, 내냉성 등 다양한 연구가 추진되었다. 특히 통일형 품종은 육묘기간 중 저온발아성, 적고현상 등 저온장해를 막아야 했고 등숙온도를 높이기 위하여 출수기를 앞당길 수 있는 비닐 보온절충못자리 연구가 큰 이슈였다. 통일형 품종은 자포니카 품종보다 육묘기, 영양생장기, 생식생장기, 등숙기 등 전과정에서 고온을 요구하므로 4월하순 조기육묘에 의한 안전출수한계가 이전에 출수시키는 것이 매우 중요한 재배기술이었다. 또한 통일형 품종은 도복과

Table 2. Transition of rice cultivation technology in Korea

Divisions		1960s	1970s	1980s	1990s	2000s
Plower		Plow (Cow power)	Cultivator (Engine power)	Cultivator, Tractor	Tractor	Tractor
Nursery bed		Water bed	Polyethylene tunnel	Box raising seedling	10-30-days old seedling	Seedling factory
Transplanting		Hand transpl.	Hand transpl.	Transplanter	Transplanter, direct seeding	Transplanter, direct seeding
Water control		Hand	Hand	Hand	Automatic, Hand	Automatic, Hand
Control of weed & disease/pest		Hand	Herbicide, power spray	Herbicide, pressure spray	Herbicide, pressure spray	Herbicide, Wide area control machine
Harvest & dry		Sickle, Sun dry	Binder, Sun dry	Combine, firepower	Combine, firepower	Combine, firepower
Cultivation variety		Japonica/Introduced cv.	Tongil-type	Tongil-type, Japonica	Japonica, good quality	Japonica, high quality
Fertilizer (kg/10a)	Minerals	35.8	42.4	51.5	60.4	73.8
	Organic	32.6	298.6	274.7	219.1	225.6
Labor hour (h/10a)		133.4	110.7	83.0	39.7	21.2

Fig. 2. Transition of rice production method in Korea

병해충에 강하고 질소 증시효과가 높아 다비재배 및 분시비율 시험도 많이 이루어졌다. 당시 인공기상실이 설치되면서 벼 생태 형에 따른 묘소질, 초기생육, 등숙생리, 일장반응 등 다양한 생리 생태 연구도 진행되었다. 1980년대에는 손이앙에서 기계이앙으로 전환됨에 따라 벼 재배기술에 일대 전환기를 맞았는데 1970년대부터 시작된 다양한 기계이앙 기술들이 농가에 보급·정착되기에 이르렀다. 기계이앙에 적합한 상자육묘 방법도 초기에는

중묘에서 후반기에는 어린모로 다양화 되었으며 이에 따른 재배 기술도 많은 변화를 가져왔다(한국쌀연구회 2010). 1990년대에는 UR협상 이후 쌀 수입개방화 대비 경쟁력 강화 대응책으로 직파 등 생산비 절감기술과 고품질 쌀 생산기술 개발에 주력하였다. 특히 국민소득 향상에 따른 식문화 변화는 품종, 생산기술, 수확 후 관리, 유통 등 고품질 쌀 생산을 위한 기술개발에 큰 영향을 주었다.

벼 연구기반 변화

우리나라 벼 연구기반은 경제발전과 더불어 정부정책에 따라 예산과 인력이 조정되어 왔다. 그동안 주곡인 쌀 연구기반은 육종·생산 중심에서 품질, 수확 후 관리, 가공, 유통 등 수요자 중심으로 변화되었는데, 특히 지속적인 쌀 소비 감소와 공급과잉은 벼 육종인력 조정으로 이어졌다. 2000년 4과 8출장소(전문연구실 18) 대비 2019년 2과 4출장소(전문연구실 9)로 벼 조직은 50%가 감축되었으며, 벼 육종·재배 연구 인력은 49%(46명)가 감소되었다. 2019년 벼 육종연구인력은 4연구실 4출장소 31명이다. 더불어 작물대비 벼 연구예산 비중은 1985년 56.4%에서 2000년 44%로 줄어들었고 2019년에는 11%로 급감하였다

시대별 벼 품종개발 성과

벼 품종개발 목표

우리나라 벼 품종개발의 중점 방향은 시대적 요청에 따라 우선순위가 변화되어 왔다. 식량이 절대적으로 부족했던 일제강점기로부터 1960년대까지는 재래종, 도입종, 육성품종을 활용하여 수량성을 높이고 안전하게 재배할 수 있는 기술개발을 육종목표로 추진하였으나 대부분 품종이 재배하기에 많은 단점(극만생, 키가 커서 잘 쓰러짐, 긴 까락, 병해충 이병성 등)을 보여 수량성을 높이는데 한계가 있었다. 그러나 1960년대 후반 정부의 경제개발 정책을 뒷받침하기 위하여 육종목표를 쌀 수량성, 내도복성 및 내비성에 두고 연구를 강화하였다. 1970년대는 기존 자포니카의 생산성 한계를 극복하고자 인디카 유전자를 도입하여 통일형 벼 품종개발에 따른 주곡 자급달성을 이루는 성과를 거두었다.

그러나 대부분 통일형 품종들은 자포니카에 비하여 찰기가 없어 밥맛이 낮았으며 냉해 등 재해안정성이 불량하였다. 따라서 1980년대에는 1970년대 통일벼의 다수성 육종기술(단간인자 도입 등)을 바탕으로 밥맛이 좋은 자포니카형 품종을 개발하였는데 육종 우선순위는 안전성, 양질성, 다수성, 단기생육성 순이었다. 1990년대 벼 품종개발은 쌀 품위 개선, 식미증진, 가공적성 향상, 전분 다양화, 유색미 및 향미 등 양질성과 다양성에 치중하였다. 2000년대 이후 현재까지는 쌀의 국제경쟁력 향상을 위한 최고품질 쌀 개발, 쌀 가공산업 활성화를 위한 가공적성 품종개발 그리고 웰빙시대 건강증진을 위한 기능성 쌀 개발을 목표로 다양한 연구를 수행하고 있다(Table 3).

쌀 수량성 증대성과

연대별로 주요 벼 품종들의 수량성을 보면 1910년대는 조동지, 석산조, 노인나, 조도, 다다조, 백조, 대구조 등 재래종이 주로 재배되었는데 쌀 수량성은 ha당 2.37톤 내외였다. 1920~1930년대에는 일본에서 도입된 다마금, 은방주, 중생은방주, 곡량도, 조대관, 육우132호 등이 우점하였으며 쌀 수량은 3.20~3.60톤 정도였다. 1940~1950년대는 도입품종과 육성품종이 혼재된 시기로 농립6호, 농립29호, 김마제, 사도미노리, 팔달, 수성 등이 주로 재배되었는데 쌀 수량은 3.20~3.70톤 수준이었다(Table 4, Fig. 3). 1960년대 이후 현재까지 쌀 수량성 증대를 보면 1960~1970년대 10만 ha 이상 재배되었던 주요 벼 품종은 자포니카로서 팔달, 농립6호, 농립29호, 팔굉, 금남풍, 만경, 동인, 추청, 낙동 등이었고, 통일형은 통일, 유신, 밀양21호, 밀양22호, 밀양23호, 밀양30호, 노풍 등이었다. 이들 중 자포니카 품종의 쌀

Table 3. Goal transition of rice breeding in synchronism in Korea

~1970s (Yield)	1970s (Yield)	1980s (Stable production)	1990s (Quality, diversify)	2000s (High quality)	2010s~ (Premium· functional)
Landrace (J)	Tongil-type	Japonica		Diversify, complexation	
Landrace, Introduce, Breeding (Pure line)	Cross breeding (RDA/IRRI shuttle breeding)	Cross and mutation breeding (Anther culture)		Cross and molecular breeding (Marker-aided sel.)	
Extremely late Tall Heavy awn Susceptible Lodge	High yield Semi-dwarf Intensive culture Fertilizer tolerance Susceptible	Good quality <i>sd-1</i> gene Lodge <i>R</i> Disease/insect <i>R</i>	High quality Diversify of special/processing (Scant, color, size...) Diversify of starch characteristics (high/low amylose)	Premium quality rice Processing industry (Floury rice, ...) Strengthen functional (high dietary fiber, ...) Forage rice variety	
Rice shortage	Self-sufficiency	Self-sufficiency		Over production	

Table 4. Development of rice variety and cultivation area in period

Division	Variety name	Year	Yield (ton/ha)	Other varieties
Landrace	Jodongji	-	2.37	Dadajo, Baegjo, Daegujo
Introduced variety	Josinryeok	(1907)	3.10	Gokryangdo, Jeoksinyeok
	Damageum	(1921)	3.20	Ilchul, Gumi
	Eunbangju	(1935)	3.60	Geumdo, Jungsaengeunbangju
Bred variety	Namseon13	-	-	-
	Pungok	-	-	Palgweng, Iljin, Jogwang
	Palgweng	1941	4.06	Joseo, Paldal, Daedal
	Suseong	1958	4.07	Palgi, Nonggwang, Punggwang
	Palgeum	1967	4.67	Jaegun, Jinheung, Gwangok, Hogwang, Sinpung

* The first rice variety developed by cross breeding in Korea: Pungok ('37), Namseon13 ('40)
(Cited from Rice Research during Whole Life, Hyeon-Ok Choi)

Fig. 3. Transition of cultivated rice variety and yield increasing by variety improvement **Fig. 4.** Increasing rice yield in period

수량은 ha당 3.71~4.68톤 수준이었으나 통일형은 4.49~5.76톤 수준으로 크게 증대되었다. 1980년대에는 품종군별 ha당 평균 쌀 수량은 자포니카형 품종은 4.31~5.28톤, 통일형 품종은 4.96~6.05톤이었으며, 1990년대에 개발된 품종의 ha당 평균 쌀 수량은 자포니카형 5.00~5.33톤, 통일형 6.14~7.41톤으로

높아졌다. 2000년대 개발된 품종의 ha당 평균 쌀수량은 자포니카형 5.49톤, 통일형 7.53톤이었으며, 2018년 개발된 자포니카형 남찬은 6.34톤, 통일형 금강1호는 8.17톤으로 품종군별로 현재까지 최고수량을 보였다(한국쌀연구회 2010, Fig. 4).

Table 5. Rice varieties developed coming with major breeding technologies

Development of breeding technology	Developed variety
- Erect type having semi-dwarf gene <i>sd-1</i>	• Ilpum (90), Hwayeong (91), Ilmi (95), Sindongjin (99), Hopum (06)
- Rice breeding using doubled haploid • Shorten of breeding period : 6~7 years	• Hwaseong (85), Hwayeong (91, Disease R), Hwacheong (86, Bph R)
- Breeding of inter-specific cross using embryo rescue technology • Introduce of useful gene from wild rice	• Anmi (10, <i>Bph18</i> from <i>O. australiensis</i>)
- Development of hybrid rice variety	• Suweon Hybrid 1 (7.3 MT/ha), Suweon Hybrid 2 (8.3 MT/ha)
- Multiline breeding for blast R genes	• Saechucheong (99), Anseong (99)

시대별 주요 육종기술 개발성과

우리나라 벼 육종기술에서 학문적으로 두드러진 주요 성과를 정리해 보면, 첫째, 1970년대 원연구잡을 통하여 새로운 단간 직립초형 도입으로 다수성 생산구조를 갖는 통일형 품종을 개발하였다. 이는 1960년대 이전 장간(長稈) 품종들의 재해와 수량성 한계를 극복하기 위하여 내비성과 광합성 효율을 증대시켜 쌀 수량을 획기적으로 높이는 계기를 만들었다. 이와 같은 육종기술은 1980년대 통일형 품종이 자포니카형 품종으로 교체될 때 통일형 품종개발에서 활용하였던 반외성 유전자 *sd-1* 도입으로 장간인 자포니카 초형과는 대조적으로 반외성 초형으로 개발하였는데 이것이 내비성·내도복성을 증대시키고 수량성과 재배 안정성은 높이는 계기가 되었다. 결국 1970년대 통일형 품종의 초형구조가 자포니카 품종개발에 큰 영향을 미쳤다(김종호 2014). 둘째, 약배양(藥培養, anther culture) 기술을 이용한 반수체 육종법을 확립하였는데 이 기술은 교배 후 잡종계통을 유전적으로 고정시키는데 소요되는 기간을 단축시켜 기존 벼 육종연한을 13~15년에서 5~6년으로 단축시키는 효과를 보였다(RDA 2002). 1980년대 이후 교잡육종과 약배양 기술의 접목은 일반화되었으며 지금까지 약배양을 통하여 육성된 품종은 화성벼를 시작으로 약 20여 품종에 이른다. 셋째, 배배양(胚培養, embryo culture) 기술을 이용하여 종간잡종 계통육성에 이용하였는데 이 기술은 야생벼의 유용 유전자를 재배벼로 이전시키는데 기여하였다. 특히 안미벼는 야생벼 *O. australiensis*로부터 벼멸구 저항성 유전자인 *Bph18*를 도입하여 육성한 첫 번째 품종으로써 현재 벼멸구 저항성 자원으로 많이 활용되고 있다. 넷째, 벼 일대잡종(hybrid rice) 품종개발 기술의 학문적 기초를 마련하였는데, 우리나라 환경에 맞는 웅성불임 계통 및 유지계통 육성, 웅성불임 계통과 조합능력이 우수한 임성회복친 육성과 웅성불임 계통의 종자생산과 1대잡종의 종자생산 3단계 연구를 수행하여 ‘수원잡종1호’와 ‘수원잡종2호’를 개발한 바 있다. 다섯째, 도열병에 대한 안정지속 저항성 품종인 다계품종(multiline variety)을 육

성하였는데 추청벼 근동질 계통의 다계품종인 새추청벼와 수원 345호 근동질 계통의 다계품종인 안성벼를 개발하였다(Kwon et al. 2008). 여섯째, 분자생물학적 표지를 이용한 정밀육종 선발기술로서 MAS (marker-assisted selection) 기법을 활용하여 육종효율을 증진시키는 연구도 활발히 진행되었다(Cho et al. 2007, Kim et al. 2019). 특히 전통육종기술과 MAS 기법을 활용하여 육성된 품종들은 야생벼에서 벼멸구 저항성유전자(*Bph18*)를 도입한 안미(Shu et al. 2014), 흰잎마름병 K3a 균계 저항성유전자(*xa5*)를 도입한 진백(Kim et al. 2009), 목도열병 저항성유전자(*Pb1*)를 도입한 새일미(Lee et al. 2015) 등이다 (Table 5, Fig. 5). 이상과 같은 육종기술을 활용하여 육성한 품종들의 병 저항성 결과를 보면 2000년 이전에 육성된 추청벼, 동안벼, 일품벼, 화영벼, 오대벼, 일미벼, 신동진보다 2000년 이후에 육성된 삼광벼, 은광벼, 호품, 하야미, 해품, 해담쌀, 청품, 예찬 등 품종이 국내 주요 병해인 도열병, 흰잎마름병 및 줄무늬잎마름병에 대하여 저항성이 훨씬 강화된 것을 볼 수 있다(Table 6).

시대별 품종육성 및 재배성과

(1960년 이전) 우리나라에서 근대적인 벼 품종개발 사업이 시작된 것은 1906년 수원에 권업보범장이 세워진 이후 시작되었다고 볼 수 있다. 우선 품종육성에서 보면 초기에는 재래종을 수집하여 순계분리하거나 일본에서 도입된 품종을 현지에서 적응성을 검정하는 도입육종이 주로 수행되었다. 당시 재래종으로 농가에서 주로 재배되었던 품종은 조동지, 석산조, 노인나, 다다조, 맥조, 남조, 미조, 왜조, 조도, 구항조 등이었으며, 일본으로부터 도입육종에 의하여 국내에서 선발된 품종으로는 조신력, 다마금, 은방주, 곡량도, 농장광, 석백, 조일, 농립6호, 농립22호, 농립29호, 쿠사부에, 금남품 등이 남부지역에, 구미, 일출, 관산, 육우132호 등이 북부지역에 주로 재배되었다. 한편 인공교배를 통하여 우리나라에 적응하는 벼 품종개발을 위한 교배육종 연구

Table 6. Resistance to major diseases in japonica rice varieties developed before and after 2000

Years	Variety	Diseases					
		Blast	Bacterial blight				Rice stripe virus
			K1	K2	K3	K3a	
Before 2000	Chucheong	S	S	S	S	S	S
	Dongan	M	S	S	S	S	R
	Ilpum	S	S	S	S	S	S
	Hwayeong	M	R	R	R	S	R
	Odae	M	R	S	S	S	S
	Ilmi	S	R	S	S	S	R
	Sindongjin	S	R	R	R	S	R
After 2000	Samgwang	R	R	R	R	S	R
	Ungwang	R	R	R	R	S	S
	Hopum	R	R	R	R	S	R
	Haiami	M	R	R	R	S	R
	Haepum	S	R	R	R	R	R
	Haedamssal	R	R	R	R	S	R
	Cheongpum	R	R	R	R	S	R
	Yechan	M	R	R	R	R	R

Fig. 5. 'Anmi' japonica variety having brown planthopper resistant gene *Bph18* from wild rice.

는 1910년대에 시작되었다고 보이나 실제 연구결과는 1930년 이리에 남선지장이 설치된 이후 남부지역 곡창지대를 대상으로

한 벼 품종개발 사업이 본격화 되면서 1932년 국내에서 최초로 남선13호가 개발·보급됨으로써 우리나라 벼 육종연구 사업이

Table 7. Breeding progress and pedigree in Tongil-type

Years	Major cooperative items	
1960	Establishment of International Rice research Institute (UPLB, Philippines)	
1962	Establishment of Rural Development Administration (NICS)	
1966	Crossing of IR8//Yukara/TN1	
1971	Development of Tongil variety

Year	Cross and developing pedigree	Remark
1965	<pre> graph TD Yukara -- x --> F1["F1 (IR568)"] TN1 -- x --> F1 IR8 -- x --> IR667 F1 -- x --> IR667 IR667 --> S213 IR667 --> S214 IR667 --> S215 IR667 --> S216 IR667 --> S217 IR667 --> S218 S213 --> Tongil S214 --> IR667_98_1_2_2["IR667-98-1-2-2"] S215 --> IR667_98_1_2_2 S216 --> IR667_98_1_2_2 S217 --> IR667_98_1_2_2 S218 --> IR667_98_1_2_2 </pre>	Remote cross
1966		Top cross
.		
.		Shuttle breeding
.		
1970		OYT, RYT
1971		RAT Release to farmers

현대적인 체계를 갖추게 되었다고 본다. 이후 서광, 팔광, 팔달, 농광, 수성, 배달, 선서, 조광 등이 육성되었다. 재배적인 면에서 성과를 보면 1907년 이전에는 대부분 재래종이 재배되었으나 도입육종으로 선발된 품종들이 재래종보다 내도복, 수량성 등이 개선되어 도입종 재배면적이 점차 증가하게 되었는데 1920년대에는 우리나라 벼 재배면적의 53%, 1935년에는 82%까지 확대되었다가 그 후 국내육성 품종이 개발·보급되면서 대체되었다(벼 연구한평생발간위원회 1995). 국내에서 육성된 품종은 1930년대 말부터 농가에 보급되기 시작하였는데 8.15 해방 전·후 혼란기와 6.25 전쟁을 거치며 크게 위축되었으나 그 후 안정을 되찾아 1960년대 말 조생종으로 수원82호, 풍광, 관옥, 농백, 중생종으로 진흥, 재건, 신품, 만생종으로 팔금, 만경, 호광, 밀성 등이 개발·보급되면서 국내 육성품종의 재배면적이 58%까지 확대되었다. (1960년대) 농촌진흥청은 정부의 경제개발정책에 맞추어 육종목표를 식량자급을 위한 다수성 품종개발에 두고 육종사업을 추진하였다. 특히 기존 자포니카 품종의 수량성 한계 극복과 도복 등 재배안정성을 개선하고자 열대지방 인디카 유전 자원 도입을 시도하게 되었다. 실제 원연교잡은 1965년 우리나라 육종가들이 국제미작연구소(IRRI)에 파견되면서부터 시작되었는데 일본 품종인 Yukara (조생, 내냉성 자포니카)를 모본으로 대만품종인 Taichung Native 1 (TN1, 내냉성, 왜성, 다수성 인디

카)을 교배하여 F₁을 만들고 이것을 부분으로 IR8호(단간, 다수성, 다비성 인디카)와 삼원교배하여 IR667 조합을 육성하였다. 계통육성은 계통육종법(pedigree selection)으로 동계에는 필리핀에서, 하계에는 한국에서 세대를 진전하는 순환육종법(shuttle breeding)으로 진행하였다. (1970년대) 1965년 인공교배부터 시작된 인디카/자포니카 원연교잡 후대 계통 가운데 당초 목적했던 중단간 직립초형으로 내도복성, 내비성, 내병성을 겸비한 우량계통 수원213호를 최종 선발하여 1971년 ‘통일(Tongil)’ 품종으로 명명하였다(김종호 2014, Table 7). 통일 품종의 쌀 수량은 ha당 5.13 톤으로 당시 자포니카형 대표품종인 진흥보다 30%가 증수되었는데, 이는 1970년대 우리나라 식량자급을 달성할 수 있었던 통일형 품종을 만드는 기틀을 마련한 최초의 벼 품종이다(RDA 2002). 이후 통일 품종을 바탕으로 다양한 통일형 품종이 개발되었는데 1972~1975년에 사이에 육성된 품종으로 조생통일, 영남조생, 유신, 통일찰 등이 있으며 ha당 쌀 수량은 4.49~5.54 톤 범위였다. 1976~1980년에 사이에 육성된 품종으로 밀양23호, 금강벼, 만석벼, 노풍, 샛별벼, 래경, 밀양30호, 호남조생, 팔광벼, 청청벼, 태백벼, 추풍벼, 한강찰벼 등이 있으며 ha당 쌀 수량은 4.39~5.81 톤 범위였다. 이후 80년대에 육성된 통일형 품종으로는 남풍벼, 가야벼, 삼강벼, 칠성벼, 용문벼, 장성벼, 용주벼, 남영벼 등이며, ha당 쌀 수량은 4.96~6.05 톤 수준이

Table 8. Tongil-type variety developed and yield potential in period

Years	Major <i>Tongil</i> -type varieties	Milled rice (ton/ha)	Range (ton/ha)
'72~'75	Tongil, Jsaengtongil, Yeongnamjosaeng, Yushin, Milyang22, Tongilchal (6)	4.91	4.49~5.54
'76~'80	Milyang21, Milyang23, Hwanggeumbyeol, Geumgangbyeol, Manseokbyeol, Nopung, Saetbyeolbyeol, Ryekyeong, Milyang30, Honamjosaeng, Sameongbyeol, Palgwangbyeol, Milyang42, Cheongcheongbyeol, Taebaegbyeol, Chupungbyeol, Hangangchalbyeol, Seogwangbyeol, Baekwoonchalbyeol (19)	5.10	4.39~5.81
'81~'86	Pungsanbyeol, Baegyangbyeol, Sujeongbyeol, Nampungbyeol, Singwangbyeol, Gayabyeol, Samgangbyeol, Yeongpungbyeol, Wonpungbyeol, Chilseongbyeol, Yongmoonbyeol, Jangseongbyeol, Yongjubyeol, Namyongbyeol (14)	5.62	4.96~6.05

Fig. 6. Cultivation area and yield potential of rice in ecotype and period

었다(Table 8). 1971년 통일 품종이 개발된 이후 다수의 통일형 품종들이 보급되어 자포니카 품종을 대체하였는데 연도별 통일형 품종 재배비율은 1971년에 0.2%, 1975년은 22.9%였고, 1978년 76.2%로 그 절정에 도달하게 되었다. 1977년 전국 농가평균 쌀 수량은 ha당 4.94 톤으로 1970년 3.30 톤보다 50%가 증수되었으며 우리나라 전체 쌀 생산량이 600만 6,000톤으로 4,000만석을 돌파하는 시점이 되었다(RDA 2002, Fig. 6). **(1980년대)** 쌀 자급 이후 국가경제발전과 더불어 국민의 식생활 패턴도 통일형 쌀에서 밥맛 좋은 자포니카 쌀로 전환됨에 따라 통일형 쌀 수요는 급격하게 감소 되었다. 특히 1978년 도열병 이병화와 1980년 냉해 대발생은 통일형 벼 재배면적 감소에 큰 영향을 주어 1986년 22%까지 감소되더니 1992년에는 완전히 자포니카 품종으로 교체되었다(Lee et al. 2015). 당시 통일형 대체 품종으로 육성한 자포니카 품종은 삼남벼, 소백벼, 동진벼, 오대벼, 기호벼, 대성벼, 천마벼, 운봉벼, 팔공벼, 금오벼, 진미벼, 장안벼, 오봉벼, 남원벼 등이다. **(1990년대)** 국제화시대를 맞아 UR 협상이 타결됨에 따라 육종방향도 우리쌀의 국제경쟁력 제고를 위하여 품질 고급화에 중점을 두었는데 일품벼, 화영벼, 주안벼, 대안

벼, 금남벼, 일미벼, 동안벼, 남평벼, 수라벼, 운두벼, 동진찰벼, 소비벼, 신동진벼, 상미벼 등이 밥쌀용으로 개발되었고, 가공용은 수요자 맞춤형으로 향미, 유색미 등이 개발되었다. **(2000년 이후)** 최고품질 쌀 생산을 위하여 품종선발 지표틀 더욱 강화하였는데 쌀 외관품질, 밥맛, 도정수율, 내병충성 등을 고려하여 최고 품질 품종을 개발하고 있으며 현재까지 삼광, 운광, 호품, 칠보, 하이아미, 진수미, 영호진미, 미품, 수광, 대보, 해담쌀, 청품, 진광, 예찬, 해들 등 18개 최고 품질 품종이 개발·보급되고 있다(Table 9). 또한 가공용 벼 육종연구는 수요자 맞춤형으로 개발하고 있는데, 대표적인 기능성 품종으로는 고아미4호, 도담, 논문흑찰, 건양미 등이 있다. 아밀로스 함량이 높은 새고아미, 새미면, 팔방미 등과 아밀로스 함량이 낮은 동진찰, 백옥찰, 한아름찰 등 찰벼 품종과 중간찰인 백진주, 만미, 백진주1호, 설백, 미호 등의 품종이 개발되었다. 또한 구수한 향이 있는 품종으로 미향, 향남, 아랑향찰벼, 향미벼 1호 등이 개발되었으며, 색깔이 있는 품종으로 흑진주벼, 적진주벼, 홍진주벼, 조생흑찰 등도 개발되었다. 쌀의 경도가 낮아 잘 부서지는 연질쌀로 설갱, 한가루, 미시루 등이 있으며, 원료미 가격 경쟁력을 높이기 위한

Table 9. Variety development of ecotype and usage in rice

Table rice (Cooked rice)		Special purpose rice (98 varieties)	
Ecotype	Varieties (202)	[Functional]	Goami4, Dodam, Keunnunheugchal, Geonyangmi, etc
Early	Ungwang, Haedam, Jingwang, Haedeul, Jopyeong, Odae, Geumo, Sangju, Junghwa, Manan, Junamjosaeng, Taebong, Moonjang, Saeodae, Geumo3, etc	[Amylose]	High: Saegoami, Saemimyeon, Palbangmi, etc Medium: Baegjinju1, Manmi, Selbaek, etc High: Hwaseonchal, Dongjinchal, Baegokchal, Sangiucgal, etc
Medium	Daebo, Haepum, Cheongpum, Haiami, Hwaseong, Sura, Samdeog, Migwang, Juan, Cheonga, Cheongan, Hwabong, Pungmil, Jungsaenggold, Sampyeong, etc	[Scent]	Mihyang, Hyangnam, Aranghyangchal, Josaengheugchal, etc
Mid-late	Samgwang, Sugwang, Yeonghojinmi, Jinsumi, Yechan, Hyeonpum, Mipum, Hopum, Saenuri, Sindongjin, Dongjin2, Saeilmi, Ilpum, Junam, Hwanggeumnuri, Daeon, Chucheong, etc	[Color]	Heugjinju, Jeokjinju, Hongjinju, Heuggwang, Jasaengheugchal, etc
		[Hardness]	Seolgaeng, Yangjo, Hangaru, Suweon542, etc
		[Yield]	Dasan, Geumgang1, Hanareum4, etc
		[Silage]	Nokyang, Mokwoo, Mookyang, Yeongwoo, Cheongwoo, etc

Table 10. List of national registered rice variety in July, 2019

Total	Table rice (202)		Special purpose rice (98)					
	Premium	High	Functional	Super yield (Processing)	Glutinous	Color	Scent	Others
300	18	184	10	18	23	17	7	23

다수성 품종으로 한아름벼, 신길, 금강1호 등도 개발되었다. 또한 가축 사료용으로 목우, 목양, 녹우, 청우 등도 개발되었다. 2019년 현재 국립식량과학원에서 개발되어 국립종자원에 국가품종목록으로 등재된 벼 품종은 300개로 밥쌀용 202품종과 특수미 98품종인데, 특수미는 가공용도별로 기능성 10품종, 원가절감형 다수성 18품종, 찰벼 23품종, 유색미 17품종, 향미 7품종, 기타 23품종이다(NICS 2019, Table 10).

용도별 육성품종 특성 및 산업화 사례

(분질미) 쌀 가공식품의 중간소재로 쓰이는 쌀가루 전용 품종으로 남일벼 돌연변이체에서 선발된 수원542호를 이용하여 가루미1호와 가루미2호를 개발하였다. 이들 품종은 건식제분에 최적화된 분질 품종으로 밀 제분기를 직접 활용하여 쌀가루를 만들 수 있는데 기존 습식제분 쌀가루보다 제분경비를 50% 낮출 수 있으며 쌀가루 품질에서도 손상전분을 줄일 수 있어 앞으로

쌀가루 산업에 크게 기여 할 것으로 판단되며, 현재는 산업체에서 쌀빵, 쌀과자 제조에 활용하고 있다. **(중간찰벼)** 쌀의 배유전분은 아밀로스와 아밀로펙틴 두 다당류로 형성되어 있는데 일반적으로 멥쌀은 아밀로스함량이 15~35% 내외의 변이를 가지고 있고, 찰쌀은 전체 배유전분이 아밀로펙틴으로 구성되어 있다. 2000년 초 국내에서 메벼의 수정된 배주(胚珠)에 돌연변이원을 처리하여 배유돌연변이체를 개발하였는데 그 중에 찰쌀과 멥쌀의 중간적인 배유특성을 보이는 중간찰이 개발되었다. 중간찰 품종들은 아밀로스 함량이 5~14% 내외의 변이를 가지며 투명도는 찰과 메의 중간특성을 보인다. 주요 품종으로는 백진주, 만미, 백진주1호, 월백, 설백, 미호 등이 있으며 이들은 현미밥, 김밥, 유과 등 다양한 가공식품 원료로 사용되고 있다(Table 11). **(보얀메)** 쌀 배유가 찰쌀처럼 불투명하지만 아밀로스 함량이 20% 내외인 보얀 멥쌀이 개발되었는데 설갱, 한가루, 미시루가 대표적인 품종이다. 이들 품종은 쌀 경도가 낮은 연질로서 일반 멥쌀과

Table 11. Characteristics and usage of major semi-glutinous rice variety

Variety	Ecotype	Amylose (%)	Resistance			Yield (ton/ha)
			Blast	BB	RSV	
Baegjinju	M	9.1	S	S	S	5.18
Manmi	M	12.9	M	S	S	4.46
Baegjinju1	ML	11.5	M	S	S	4.92
Weolbaeg	E	11.6	R	S	S	5.14
Seolbaeg	E	10.2	R	S	S	4.96
Miho	ML	11.2	M	R	R	5.64

달리 전분에 공극이 많아 양조용 원료로 사용할 경우 군사발육에 매우 우수한 장점이 있어 현재 산업체에서 전통주 제조 원료미로 사용하고 있다. **(기능성 쌀)** 국내에서 개발된 기능성 쌀로는 식이섬유 함량이 높고 난소화성인 전분으로 다이어트에 적합한 고아미2호, 고아미3호, 고아미4호, 도담쌀 등이 개발되었는데, 고아미2호는 비만환자를 대상으로 임상시험한 결과 중성지방 및 혈당상승억제 효과가 있었다(이형숙 등 2004). 쌀 배아(embryo)가 일반벼 보다 3배 이상 큰 눈큰흑찰 품종은 대사증후군 예방에 효과가 있는 것으로 밝혀졌다(Joo & Yeum 2018). 이 외에도 건양미, 영안벼 등 다양한 기능성 품종이 개발되었다. **(쌀면용)** 쌀국수, 쌀파스타에 적합한 품종으로 고아미벼, 미면, 새미면, 새고아미, 팔방미 등이 개발되었는데 아밀로스함량이 26% 이상으로 제면시 국수가닥이 엉키지 않고 잘 형성되어 많은 산업체에서 쌀국수 원료로 사용하고 있다. **(쌀막걸리용)** 한아름4호는 막걸리 제조에 적합한 특성을 가지고 있으며 쌀 수량이 ha당 7.97톤으로 일반쌀을 사용하는 것보다 30% 정도의 원가절감 효과가 있어 현재 산업체에서 활용이 증가하고 있는 품종이다. **(사료용)** 쌀 소비 감소와 과잉공급에 따라 쌀의 수급을 안정화시키기 위하여 정부에서는 논에 타작물과 사료용벼 재배를 유도하고 있다. 총체사료용 벼는 알곡과 짚을 모두 활용하는 whole crop silage 용으로 건물수량성과 사료가치가 높은 장점을 가지고 있다. 현재 사료용으로 육성된 벼 품종은 녹양, 목우, 목양, 영우, 청우, 미우 등이 있으며 정부의 논 대체작목 사업에 활용되고 있어 앞으로 조사료 수입대체 및 쌀 수급조절에 크게 기여할 것으로 보인다.

미래 벼 품종개발 방향

쌀 산업과 벼 연구의 현주소

세계화·개방화 시대를 맞아 미국, EU, 중국, 일본 등 선진국

Fig. 7. Trend transition of research infra in rice

을 중심으로 신 보호무역주의가 급격히 확산됨에 따라 국내의 식량산업도 불확실성이 더욱 가중되고 있다. 2017년 우리나라 곡물자급률이 23.4%로 낮은 상황에서 국내의 쌀 산업은 경지면적과 생산량 감소, 쌀 공급과잉, 쌀 소비량 감소에 따른 재고량 증가, 이상기상에 따른 자연재해 및 돌발병해충 증가, 인건비 및 농자재 값 상승에 따른 생산비 증가, 농촌 고령화 등 키워드만 보더라도 쌀 산업이 직면한 환경을 한눈에 실감할 수 있다. 시대에 따라 벼 연구의 흐름도 1970년대 수량성 중심에서 1980~1990년대 양질(良質)을 거쳐 2000년대 고품질(高品質) 중심으로 완전히 탈바꿈 하였으며 연구의 방향도 생산자 중심에서 수요자인 고객 중심으로 바뀌어 가고 있다. 생산기반은 대부분 농작업이 기계화 되었으며 농가 인구는 급격히 줄어들고, 고령화 되어가고 있다. 특히 쌀 소비 트렌드는 과거 대가족 중심의 가정식에서 소가족 중심의 간편식이 늘어나고 있으며 삶의 질 향상을 위한 건강기능성 식단으로 변화되고 있다(Fig. 7).

미래 육종방향 및 연구분야

국내의 쌀 산업 환경변화는 크게 시장개방, 기후변화, 소비감

Fig. 8. Major goal of breeding and research of rice in future

소, 고령화 등 4가지로 구분할 수 있다. 우선 쌀 시장개방 확대는 국제 교역량 증가에 따라 가격 및 품질경쟁력을 높이는 것이 중요한데, 특히 내수시장을 위하여 수요자가 선호하는 고품질 품종개발에 집중해야 할 것이다. 또한 최고밥맛을 위한 다양한 유전자원 확보 및 생력재배에 적합한 품종개발도 중요한 사항이다. 골든씨드프로젝트를 통하여 해외 종자 수출시장 개척을 위한 품종개발도 지속적인 투자와 연구가 추진되어야 할 것이다. 기후 변화 측면에서는 기상재해가 증가하고 이상기상에 따른 돌발병 해충 발생이 증가함에 따라 쌀 안정생산을 위한 재해 및 병해충 저항성 품종개발이 필수적이다. 특히 아열대 기후화 대비 고온 등숙성, 내 수발아성 등 기후변화 대응 연구도 지속적으로 준비해야 할 것이다. 쌀 소비감소는 식생활이 서구화 간편화 됨에 따라 가정식 집밥 위주에서 간편식으로 먹을 수 있는 신 소비시장을 산업체와 연계하여 창출해야 한다. 특히 가공적성 연구와 원료곡의 가격경쟁력을 높이기 위하여 초다수성 품종개발이 필요하다. 마지막으로 고령화 및 웰빙시대를 맞아 건강식품 수요확대에 따라 다이어트, 항산화, 항노화 등 건강증진을 위한 맞춤형 기능성 쌀 품종개발과 무농약, 유기농 등 친환경 쌀 생산에도 많은 연구가 필요하다(Fig. 8). 이상과 같은 연구분야에 대응하기 위하여 육종연구도 과거의 전통육종 방법에서 첨단 정밀육종 방법을 적극적으로 도입하여 육종효율을 높이는 것이 필요하다. 과거 전통육종에서 해결할 수 없었던 열악형질을 생명공학 육종 기술을 이용하여 제거하고 우리가 원하는 유전자만 삽입 할 수 있는 유전자 교정 기술이 현실로 다가오고 있으며(Park et al. 2019),

육종현장에 빅데이터 활용기술 도입도 이제 선택이 아니라 필수 가 되어가고 있다(Fig. 9).

적 요

우리나라의 벼 육종사업은 1906년 권업모범장을 시작으로 농사시험장, 중앙농업기술원을 거쳐 1962년 농촌진흥청이 설립 되기까지 격동의 시기를 보내며 그 명맥을 유지하여 왔다. 초창기 근대적인 벼 육종은 재래종과 도입종을 이용한 순계분리 및 지역적응성 검정 수준이 전부였으나 새로운 변이를 창출 할 수 있는 교잡육종이 도입되면서 벼 연구도 활기를 얻기 시작하였다. 1970년대 녹색혁명을 이룬 ‘통일’ 품종은 원연교잡을 통하여 다수성 생산구조를 갖는 새로운 변이 창출이 그 시작이었다. 결국 단간 직립초형으로 내비성을 겸비한 ‘통일’ 품종은 기존 품종보다 30% 이상 수량성 증대로 육종의 효과를 극대화시켜 녹색혁명(Green Revolution)의 결과를 가져왔다. 1970년대 벼 육종방향이 생산자 위주의 수량성 연구가 중심이었다면 1980년 이후는 밥맛 좋은 양질 중심으로 변화되었는데 초형도 통일형에서 자포니카형으로 완전히 바뀌었다. 당시 통일형 품종개발 기술은 훗날 양질의 단간 자포니카형 품종개발에 큰 영향을 미쳤다고 많은 연구자들이 분석하고 있다. 2000년 이후 농산물 개방화 시대를 맞아 우리 쌀은 국제경쟁력 제고를 위하여 육종단계에서 쌀 외관품질, 밥맛, 도정수율, 내병충성 등 선발지표를 더욱 강화하였다. 2019년 현재 국립식량과학원에서 개발되어 국립종자원

Fig. 9. Strengthen of introduction of high-technology in rice breeding

에 국가품종목록으로 등재된 벼 품종은 300개로 밥쌀용 202품종과 특수미 98품종이다. 현재의 육종기술은 포장에서 식물체의 표현형을 보고 선발하던 전통육종에서 분자표지를 이용하여 유전자형을 선발하는 생명공학 기법이 도입되었다. 앞으로 벼 육종 100년을 준비하는 시점에서 육종효율 증진을 위하여 전통 육종기술과 더불어 생명공학기술을 이용한 디지털 육종기술 접목은 우리가 받아들여야 할 필수 조건이 되었다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ01187201)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

REFERENCES

1. 김종호. 2014. 통일벼와 통일형 벼 품종! 우리에게 무엇을 남겼는가.
2. 벼연구환경생발간위원회, 1995. 樂村 崔鉉玉 博士 回顧 벼 연구 한平生.
3. 이형숙, 송경은, 이승원, 김대중, 정윤석, 이관우. 2004. 고섬유소 쌀(고아미2호)이 비만환자의 체지방 및 지질의 대사에 미치는 임상. 대한비만학회 학술대회. p. 379.
4. 한국농촌경제연구원, 1999. 韓國農政50年史 제1장 농정50년

- 의 개관. p. 1-104.
5. 한국쌀연구회, 2010. 벼와 쌀(제1권) 제3장 벼농사 기술 발달사. p. 60-140.
6. 한국종자포럼, 2019. 국립식량과학원 시대별 연구역사와 성과분석 보고서. pp. 430.
7. Cho YC, Kwon SW, Choi IS, Lee SK, Jeon JS, Oh MG, Roh JH, Hwang HG, Kim YG. 2007. Identification of major blast resistance genes in Korean rice varieties (*Oryza sativa* L.) using molecular markers. J Crop Sci Biotech 10: 265-276.
8. Joo NS, Yeum KJ. 2018. Effect of black rice with giant embryo on body weight and metabolic parameters (3 months intervention, RCT). 22nd WONCA World Conference of Family Doctors, October 17-21, 2018, Seoul, Korea.
9. Kim MS, Ouk S, Jung KH, Song YH, Trang LV, Yang JY, Cho YG. 2019. Breeding hybrid rice with genes resistant to diseases and insects using marker-assisted selection and evaluation of biological assay. Plant Breed Biotech 7: 272-286.
10. Kim KY, Shin MS, Kim BK, Noh JH, Ha KY, Ko JC, Kim WJ, Nam JK, Baek MK, Noh GI, Park HS, Baek SH, Shin WC, Mo YJ, Chung JF, Kim YD, Kang HJ, Kim JK, Hwang HG, Kim JK. 2009. A mid-late rice cultivar with high-quality and bacterial blight resistance "Jinbaek". Korean J Breed Sci 41: 314-318.
11. Kwon SW, Cho YC, Kim YG, Suh JP, Jeung JU, Roh JH,

- Lee SK, Jeon JS, Yang SJ, Lee YT. 2008. Development of near-isogenic *japonica* rice lines with enhanced resistance to *Magnaporthe grisea*. Mol Cells 25: 407-416.
12. Lee CH, Lee SJ, Kim MR. 2015. Rice Revolution, Published in Sikanyeon.
13. Lee JH, Lee JY, Yoon YN, Kim SY, Hur YJ, Yeo US, Sohn YB, Song YC, Park DS, Nam MH, Cho JH. 2015. Enhancement of panicle blast resistance in Korean rice cultivar “Saeilmi” by marker assisted backcross breeding. Plant Breed Biotech 3: 1-10.
14. NICS (National Institute of Crop Science). 2019. Explanation book of rice variety I and II in 2006~2018.
15. Park SC, Joung YH, Kim KM, Kim JK, Koh HJ. 2019. Gene-Edited Crop: Present status and their future. Korean J Breed Sci 51: 175-183.
16. RDA (Rural Development Administration). 2002. 40 Year History of Rural Development Administration. pp. 41-349.
17. RDA (Rural Development Administration). 2008. Transition of organization related to agriculture in the first chapter, Modern and Present History of Agriculture in Korea. Vol. 11.
18. Suh JP, Jeung JU, Kim YG, Jena KK, Cho YC, Lee JH, Kim NK, Hong HC, Lee JH, Kim JJ, Choi IS, Jeong EG, Hwang HG, Oh Sk, Yang CI, Shin MS. 2014. A brown planthopper resistant and high grain quality rice variety “Anmi” developed by molecular breeding method. Korean J Breed Sci 46: 152-159.