우리나라 작물육종 성과와 발전 방안

고희종*

서울대학교 농업생명과학대학

Achievements and Outlook of Crop Breeding in Korea

Hee-Jong Koh*

Department of Plant Science, Seoul National University, Seoul, 08826, Republic of Korea

Abstract Crop breeding is the genetic improvement of crops for human benefit. In Korea, crop breeding by hybridization was initiated in the early 1900s. Since the development of the first rice variety 'Namseon 1' in 1932, a series of great achievements have been made in most of the crops. Of these, the development of 'Tongil' rice, which brought self-sufficiency of the staple food due to its high productivity, was a monumental achievement in Korea's crop breeding history. Laws for Variety Protection and Seed Industry were established as of June 2013. Until 2018, a total of 7,644 crop varieties were registered for protection in the national variety list that is managed by the Korea Seed and Variety Service. Some Research/Development (R/D) programs for promoting crop breeding studies have been implemented with governmental support. However, domestic seed markets have stagnated for years because of reduced cropping area. Considering the fact that international seed market size has increased at an annual rate of more than 7%, seed export is regarded as a breakthrough measure for the expansion of the Korean seed industry. In order to obtain a competitive power in international seed markets, the Korean seed industry sector should be reinforced with manpower training, R/D investment, an international marketing system, and governmental support. More details are discussed.

Keywords crop breeding, seed industry, future outlook

Received on February 25, 2020. Revised on February 27, 2020. Accepted on March 4, 2020.

* Corresponding Author (E-mail: heejkoh@snu.ac.kr, Tel: +82-2-880-4541, Fax: +82-2-877-4550)

서 언

작물육종은 유전자를 우수한 것으로 바꾸고 조합하여 인간이 원하는 유전자형을 창출하는 과학기술이다. 야생식물로부터 작물로 순화되는 과정이 작물의 정체성을 결정하였다면, 육종은 인간을 위한 작물의 유용성을 증진시킨다. 우리는 육종을 통하여 우수한 작물과 품종을 개발함으로써 식량 조달과 종자산업 육성, 관련 바이오산업 및 전후방산업 발전을 도모할 수 있기에, 육종은 국가적·산업적으로 매우 중요한 연구 개발 분야이다. 종자산업만 하더라도 세계적으로 연 7.1%의 성장률을 기록하고 있으며, 2019년 554억\$의 상업 종자시장이 2025년에는 860억\$로 급성장할 것으로 예측되고 있다(Market Research Report, 2019). 근래 다국적 종자기업들이 인수합병을 통하여 국제 종자 시장을 우점코자 노력하는 이유를 우리는 간과해서는 안된다.

1969년에 창립한 한국육종학회가 50주년을 맞으면서 우리나라 작물육종을 되돌아보며, 미래의 발전방안을 구상하는 것은 매우 의미있는 일이다. 본 원고에서는 우리나라 작물육종의 역사

및 대표적인 성과를 되돌아보고, 우리 작물육종의 현주소를 진단하며, 미래의 발전방안을 모색하고자 한다.

작물육종의 역사와 성과

작물육종의 역사

세계적으로는 Le Couteur and Sheriff이 1819년에 인공교배로 밀 품종을 육성한 것이 최초 육종 성과로 기록되고 있다. 1898년에는 영국에서 'Gartons limited'라는 종자회사가 설립되어 유럽에서는 일찍이 작물육종과 종자산업이 시작되었다. 우리나라에서 작물 육종은 1906년 권업모범장이 설치되면서 시작되었는데, 최초로 육성된 품종은 1932년 벼의 '남선1호'이었다. 채소에서는 1961년 배추 '원예1,2호'가 자가불화합성을 이용한 최초의 F1 품종이었고, 과수에서는 1968년 '단배'가 최초로 육성되었다. 이후 1971년에는 '통일벼'가 육성되어 우리나라 쌀의 자급자족을 달성하게 되었다. 작물 육종은 주로 농촌진흥청 산하 기관들에서 이루어져 왔지만, 채소의 경우에는 1951년 '홍농종

Fig. 2. 주요 작물의 연대별 생산성 증가 추이(농식품부, 2019)

만하다. 근래에는 고추에서 야생종 *Capsicum baccatum*의 탄저병저항성을 재배종인 *C. annuum*으로 세계 최초로 도입한 품종이 육성되어 보급되었다. 보다 자세한 작물별 성과들은 별도의 논문에서 언급될 것이다.

그러나 그동안의 노력에도 불구하고 우리의 종자 자급률은 주요 식량작물과 김장채소류를 제외하고는 매우 낮다(Table 2). 특히 과수류에서는 품목별로 차이가 있지만 불과 20%에도 못미치고 있어 배전의 노력이 필요하다. 최근 골든시드프로젝트 등의 연구개발 추진에 힘입어 딸기 등의 자급률이 높아진 것은 괄목할 만하다.

종자 관련 법 및 제도의 발전

육종이 본격화되면서 종자와 관련한 법과 제도들이 제정되었고, 종자산업의 질서가 체계화되어 왔다. 채소종자 관리를 위해서는 ‘농산종묘법’이 1961년에 시행되었고, 1973년에는 배추 등 33개 작물의 종자 판매 및 수출입 관련 법률인 ‘종묘관리법’으로 강화되었다. 주요 식량작물(벼, 보리, 콩, 감자, 옥수수)에 대해서는 1962년 ‘주요농작물종자법’이 시행되었으며, 1975년에 대폭 개정되었는데, 주요 식량작물의 품종육성 및 종자생산 권한을 국가기관에 두고 있었다. 그 후, 국제식물신품종보호연맹(UPOV; The International Union for the Protection of New Varieties of Plants) 가입을 위하여 ‘종자산업법’을 1997년 12월

Table 2. 우리나라 주요 작물의 종자 자급률(농촌진흥청, 2017)

구분	작물명	자급률(%)
식량	벼, 보리, 서류, 식용콩	≈100
	채소	100
	양배추	97.0
	상추	97.8
	파	94.0
	양파	22.9
	시금치	85.0
	무	95.7
	호박	92.0
	토마토	38.0
과수	딸기	92.9
	사과	18.0
	배	18.0
	포도	2.5
	참다래	23.8
화훼	복숭아	33.5
	접목선인장	100
	장미	29.5
	국화	30.6
	포인세티아	18.0
	난	16.4

에 시행하였는데, 이는 종전의 종자관련 법률들을 국제 규격에 맞게 통합하고, 품종보호권을 강화하는 내용으로 구성되어 있다. 이 종자산업법은 2013년 6월부터 ‘식물신품종보호법’과 ‘종자산업법’으로 별도 구분 시행하게 되었다. 현재의 ‘식물신품종보호법’은 모든 작물을 대상으로 신품종 및 육종가권리를 보호하고 있으며, 누구나 품종보호 신청을 할 수 있다. ‘종자산업법’은 종자산업 활성화를 위한 국가적 지원을 명시하고 있는데, 이에 근거를 두고 민간육종단지, 종자산업진흥센터 등이 종자산업 발전을 위해 설립 운영되고 있다.

우리나라 작물육종의 강점과 약점

SWOT 분석

우리나라 작물육종의 현주소를 파악하기 위하여 SWOT 분석을 실시하였다(Table 3). 가장 특징적인 것은 세계시장 경쟁은 치열해지고 있으며, 우리나라의 경우 인적 잠재력은 있지만 세계 종자시장 경쟁에 뛰어들만한 민간기업이 턱없이 부족하고, 산업 발전을 위한 국가적 지원 체계가 미흡하다는 점이다.

Table 3. 우리나라 작물육종에 대한 SWOT 분석

집중요소		보완요소	
강점(Strength)		약점(Weakness)	
내부 역량	○ 세계적인 전통육종 기술력 보유	○ 식량 및 주요작물 세계시장 경쟁력 낮음 ○ 첨단육종 기반취약 및 사회적 수용성 미흡 ○ 종자산업 및 농생명산업 기업 규모 영세성 및 품종침해 사례 다발 ○ 단기 성과 위주의 종자산업 R/D 투자 관리 ○ 육종 전문인력 양성 미흡	
	○ 풍부한 유전자원 및 효율적 관리체계		
	○ 정부의 종자산업 및 농생명산업 R/D 투자 의지 (종자산업진흥센터, 차세대BG21, GSP)		
	○ 종자산업법(품종보호권) 강화		
	○ 국제경쟁력 있는 채소종자기업 보유		
기회(Opportunity)		위협(Threat)	
외부 환경	○ UPOV 체제하의 식물품종보호 강화	○ 선진국과 다국적기업의 첨단화된 분자육종 기술 발전 및 R/D 투자 확대 ○ 다국적 기업의 세계 종자시장 점유율 상승 ○ 다국적 기업의 첨단육종 기술 및 소재독점 심화 ○ 주요 농업국의 종자 산업보호 장벽 강화	
	○ FTA/WTO로 자유무역환경 조성		
	○ 타 산업 대비 높은 종자산업 및 식물분자육종 관련 산업 성장률		
	○ 국가별/지역별 다양한 신품종 요구도 증가		

Table 4. SWOT 분석에 따른 우리나라 육종의 발전 방향

SO전략(우선수행과제)		WO전략(우선보완과제)	
○ 기존 품종들의 결점을 분자육종 기술로 보완하여 국제 경쟁력 보유 스타품종 개발 ○ 종자산업을 수출주도형 산업으로 집중 육성 ○ 종자산업 기반기술 발전을 위한 R/D 강화		○ 농산물 및 종자 국제경쟁력 향상과 수출을 위한 종자기업의 규모화 ○ 시장규모가 큰 식량 및 사료작물 육종에 민간 참여 확대 ○ 품종보호법률 강화하여 시장질서 확립	
ST전략(위협해결과제)		WT전략(장기보완과제)	
○ 세계적인 첨단육종 연구진 및 수출 대상국과 국제 공동 연구개발 추진 ○ 주요 작물 첨단 육종 경쟁력 강화 R/D 투자 확대 ○ 다국적 기업을 인수하거나 또는 틈새 시장 확보		○ 장기적 식물분자육종 연구개발 투자와 인프라 구축 및 인력 양성 ○ 국제 경쟁력 취약 작물의 육종 R/D 집중투자 ○ 첨단육종기술의 수용과 종자산업 기반기술 확보를 위한 장기적 R/D 투자	

발전 방향

SWOT 분석을 토대로 발전방향을 모색 정리한 것이 Table 4이다. 전문인력 양성과 제도 정비, 중견 민간기업 육성, 과감하고 장기적인 연구개발 투자 등이 과제로 요약될 수 있다.

작물육종 발전방안

세계적인 종자산업 발전 추세와 우리가 실정을 토대로 우리나라 작물육종 발전을 위해 발표한 과제들을 아래와 같이 모색하여 보았다.

육종목표의 다각화가 필요하다.

기본적으로 육종목표는 작물별로, 소비자 및 생산자의 요구에 따라 다양할 수 밖에 없다. 여기에서 지금까지는 주로 국내 수급을 전제로 품종을 육성하였다면, 앞으로는 세계 시장 진출을 전제로 육성하는 것이 방향일 것이다(Fig. 3). 국내의 경작면적과 작물재배업이 축소되고 있는 바, 수출지향적인 품종을 육성하는 것은 당연하다. 수출 대상지역에서 요구되는 품종을 명확히 정의하고, 현지에 맞는 육종 전략을 수립하여 장기적·체계적으로

Table 5. 분자육종 기술의 중요도 및 우리나라 기술 수준(식물분자육종사업단, 2017)

분자육종 기술	중요도 ²	국내 기술수준 ³
분자육종 연구분야	4.56	3.35
고효율 분자표지 활용에 의한 품종개발	4.50	3.25
복합기능성, 복합재해저항성 동시 집적 기술	4.52	2.96
기능성 및 고품질 조절인자 활용 품종개발	4.34	2.87
분자표지 연구분야	4.37	3.33
고효율 분자표지 활용체계 구축	4.19	3.19
유전체 정보를 이용한 주요 형질의 선발 기술	4.37	3.04
빅데이터 활용 분자표지 개발 기술	4.07	2.76
유전자 기능 연구분야	4.49	3.48
생산성 및 기능성 유용 유전자 분리 및 기능검정	4.44	3.43
환경재해 내성 관련 유전자 분리 및 기능검정	4.53	3.26
내병성 관련 유전자 분리 및 기능검정	4.47	3.42
미래육종기술 연구분야	4.47	3.13
유전자 교정기술	4.29	3.11
후성유전학을 통한 변이 개발기술	3.83	2.55
유전자 재조합 및 반수체 메카니즘 규명	3.86	2.56

²중요도: 1~5 (최고점), ³기술수준: 1~5 (세계최고수준)

Fig. 3. 육종목표의 다각화 개념도

육종에 임해야 할 것이다.

육종기술의 첨단화에 투자해야 한다.

우리나라의 벼와 김장채소를 비롯한 몇 작물의 전통육종기술은 세계수준으로 인정받고 있다. 그러나 첨단 생명공학기술을 기반으로 하는 분자육종 기술 수준은 상당히 미흡하다(Table 5). 다국적 종자기업들 및 선진국과 세계시장에서 종자시장 경쟁을 해야 하는 상황에서 첨단 육종기술 분야에 대한 연구개발 투자는 시급하다. 미래의 종자산업 시장경쟁력은 육종 기술과 속도의 양면에서 결정될 것으로 보인다.

Table 6. 우리나라 종자업체 매출 규모(농식품부, 2016.12.31 기준)

구 분	업체 수(개)	비율(%)
계	1,337	100.0
소규모(5억 미만)	1,175	87.9
연간 매출규모 중소규모(5억~15억)	97	7.3
중규모(15억~40억)	46	3.4
대규모(40억 이상)	19	1.4

종자회사의 규모화가 필요하다

세계 상업종자 시장이 팽창하고, 무역규모가 급증하면서(2017년 119억\$(ISF, 2019)) 종자는 이제 더 이상 농업생산을 위한 부속물이 아니라, 그 자체가 중요한 경제품목이 되었다. 세계시장에서 수출로 경쟁하기 위해서는 영세규모의 회사로는 어렵다. 2017년 몬산토의 연 종자 매출액은 109억\$를 상회하였고, 매출 2억\$ 이상의 기업이 20개였다(Agropages, 2018). 그러나 현재 우리나라의 종자회사는 대부분 영세하여(가장 규모가 큰 회사인 농우바이오의 2018 매출액이 1,040억원이었음) 소수의 업체를 제외하고는 수출 판로를 개척하기도 힘든 실정이다(Table 6). 종자산업진흥센터나 국립종자원 등에서 관련 지원을 하고 있지만 본격적인 시장경쟁을 위해서는 기업체 자체에서 수출 노하우를 축적하고 체계있게 영업망을 구축할 수 있어야 한다. 물론 수출 대상국가에 우수한 품종들을 지속적으로 육성 공급할 수

있는 연구개발 체계가 갖추어져야 한다. 이를 위해서는 종자기업의 규모화가 필수적이다. 정부의 종자산업 지원도 개인육종가나 영세규모의 기업을 지원하는 것과 중견기업을 육성하는 것의 두 트랙으로 민간 기업들을 지원하는 것이 바람직하다.

민간기업의 글로벌작물 육종이 강화되어야 한다.

국내 상업 종자시장은 채소작물 중심으로 편성되어 있다. 그러나 채소종자시장은 물가 상승분을 감안하면 수년째 답보상태에 있으며 수출 또한 증가하지 못하고 있다(Fig. 4). 세계 종자무역시

장이 가파르게 증가하는 것을 감안하면 우리나라는 종자 수출 전략을 재검검해야 할 듯하다. 가장 먼저 해야 할 것이 작물의 다변화이다. 세계시장에서는 곡물이나 사료작물의 종자시장이 80% 이상을 차지하는데 우리는 15% 정도인 채소종자시장에만 집중하고 있어 문제이다(Fig. 5). 최근 일부 기업에서 옥수수 품종 개발과 시장 개척에 나서고 있는 바 이를 적극 확대해야 할 것이다. 세계시장에서 점유율이 높은 글로벌작물들에 대해 우수한 품종을 육성하여 시장경쟁력을 높일 때 비로소 우리 종자산업이 수출주도형 미래산업으로 바로 설 수 있을 것이다.

Fig. 4. 우리나라 연도별 채소종자 매출액 추이(한국종자협회, 2019)

Fig. 5. 작물별 세계 종자시장 규모(FAO, 2019)

육종가 및 종자산업 전문인력 양성은 종자산업의 핵심 기반이다.

종자산업은 크게 종자개발(연구개발), 종자생산 및 품질관리, 상품화 및 마케팅으로 이루어진다. 그 중 종자개발은 육종가가 담당하는 것인데 종자산업의 성패를 결정하는 가장 중요한 분야이며, 이를 위해서는 대체로 대학원 석사급 이상의 연구력이 요구된다. 종자생산 및 품질관리 분야는 품종 및 종자에 대한 이해와 비교적 실무에 숙련된 인력이 필요하다. 상품화 및 마케팅 분야에는 종자산업에 특화된 전문 인력이 요구된다. 우리나라는 종자산업을 위해 특성화된 대학 또는 대학원이 없고, 한시적으로 단기 교육훈련 프로그램을 운영하여 인력양성하고 있는 실정이다. 향후 연구개발은 물론 세계시장에서 국제적으로 경쟁할 수 있는 전문인력을 양성하는 것은 종자산업 발전을 위한 가장 기본적인 조건이다.

종자산업에 대한 국가 지원체계가 민간기업 중심으로 강화되어야 한다.

정부의 종자산업 지원은 농촌진흥청의 바이오그린사업 연구개발, 골든시드프로젝트를 통한 품종개발, 민간육종연구단지와 종자산업진흥센터를 통한 기업 서비스 지원, 국립종자원을 통한 개인육종가 지원 및 해외 시범포 설치 등의 사업이 진행 중이다. 종자산업은 결국 민간기업이 중심이 되어 세계시장에 진출하며 성장해야 하는 것이기 때문에 이러한 지원사업은 민간기업 중심으로 이루어져야 한다. 특히 제도와 법률 등이 기업친화적으로 재정비되어야 한다. 식량작물의 종자산업에도 민간이 참여할 수 있도록 국립종자원을 통한 식량종자 공급시 종자 가격을 현실화하여야 하며, 가급적 종자증식 및 공급 사업도 일부를 민간이 담당할 수 있도록 제도적 장치를 마련해야 한다. 특히 연구개발 사업의 경우 단기간의 성과에 급급할 것이 아니라 장기적인 안목으로 투자해야 세계적으로 우수한 품종들이 육성될 수 있음을 명심해야 한다.

결 언

우리나라의 작물육종은 비교적 짧은 역사에도 불구하고 괄목할만한 성과를 이루어 냈고, 종자산업의 발전을 견인하여 왔다. 종자산업은 그린바이오산업의 핵심 분야이며 고부가가치 블루오션 산업이고, 우리나라와 같이 자원이 부족하지만 인적자원이 우수한 나라에 적합한 미래의 산업으로 각광받고 있다. 그러나 막연한 환상과 기대만으로는 꿈이 실현되기 어렵다. 종자산업은 그 특성상 장기적인 연구개발이 기본이 되고, 생산 및 상품화 과정과 효율적인 마케팅이 병행되어 이루어진다. 우리나라의 농산업 특성상 종자산업은 수출주도형 산업이 되어야 하는 바, 종자 선진국 및 다국적기업들과의 세계시장 경쟁에서 주도권을 확보하기 위해서는 인력양성과 기술개발 및 시장개발에 진력해야 한다. 이것도 정부의 지원하에 민간기업들이 수출시장 개척의 첨병이 되어 절차탁마(切磋琢磨)의 자세로 노력해야 할 것이다.

REFERENCES

1. 국립종자원 (2020) 품종보호자료
2. 농식품부 (2019) 통계자료
3. 농촌진흥청 (2017) 종자자급률 자료
4. 식물분자육종사업단 (2017) 정책기획과제 보고서
5. 한국종자협회 (2019) 우리나라 채소종자 매출액 통계.
6. Agropages. 2018. Top 20 Global Seed Companies in 2017. <https://www.accesstoseeds.org/app/uploads/2018/07/Top20GlobalSeed.pdf>
7. FAO. 2019. A report on “Analysis of sales and profitability within the seed sector”. p. 19.
8. ISF (International Seed Federation). 2019. Seed exports 2017. <https://www.worldseed.org/resources/seed-statistics/>
9. Mordor Intelligence. 2019. Seed Market Size worth 82.9 Billion by 2023. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/seeds-industry>