연구 자료

일본의 식물 유전자원 관리체계[1]

이 두 순*

1. 머리말
2. 농림수산성 진뱅크사업
3. 식물 유전자원 관리체계
4. 진뱅크의 식물 유전자원 관리
5. DNA뱅크사업 현황
6. 맺음말

1. 머리말

농업에 있어 품종은 가장 중요한 투입재로서 품종 육성을 위한 식물 유전자원의 확보는 기술개발의 첫 단계이다. 세계 각국은 유용 유전자원을 수집·보관하는 종자은행을 설치하고 국가 차원의 유전자원 관리체계를 운용하고 있다.

일본은 총 21만점의 식물 유전자원을 보유하고 있어 미국 55만점, 중국 35만점에 이어 세계 3위의 식물 유전자원 보유국이다. 일본은 유전자원의 양뿐만 아니라 보유 자원의 질적인 면에서도 세계 유수의 식물 유전자원국이며 현재 보관시설과 기술력으로 보리는 7,000년, 벼는 1,000년을 보관해도 90% 이상 발아시킬 수 있는 기술과 시설을 보유하고 있다.

일본은 이미 20세기 초반부터 세계 각지의 식물 유전자원을 수집하여 왔으며 1980년대에 들어서는 식물 유전자원 진뱅크 사업을 전개하는 등 국가 차원에서 식물 유전자원의 체계적인 종합관리를 추진하고 있다.

일본의 식물 유전자원 연구는 1920년대 주요작물 품종 개량사업을 시발점으로 1930~40년대에는 주요 식량작물의 농림계통 품종 보급이 확산되어 재래종의 소실이 일어나기 시작했다. 1953년 농림성은 주요 식량작물의 해외도입·저장 부서를 신설하고 유전자원의 과학적인 수집·보존에 착수했다.

1960~70년대에는 산업화·농업발달·도

* 연구위원.

[1] 필자는 일본의 식물 유전자원 관리체계를 파악하기 위해 1999.10.11~10.15일 일본 생물자원연구소, 종묘관리센터, 농림수산성 등 유전자원 관리 기관을 방문해 자료를 수집한 바 있다. 이 글은 출장시 수집한 자료와 기존 일본의 자료를 정리한 것이다.

시화 등으로 인한 농작물의 유전적 침식이 가속화되었으며, 식물 유전자원 연구의 중요성이 인식되면서 종합적이고 체계적인 유전자원 관리체계의 필요성이 대두되었다. 1983년 농림수산성 농업생물연구소를 식물·미생물·동물 유전자원 연구의 중앙기관으로 지정하고, 농업생물자원연구소(NIAR, National Institute of Agrobiological Resources)로 개편해서 식물 유전자원 관리 전담기구를 설립하였다.

2. 농림수산성 진뱅크사업(MAFF Genebank Project)

2.1. 진뱅크(유전자은행) 설립 연혁과 진뱅크사업 체제

생물 유전자원 감소와 이용범위 확대에 대응하고 농림수산업·식품산업의 발전을 위해 일본은 농업 생물자원의 「진뱅크(유전자은행)사업」을 추진하고 있다. 「농림수산성 진뱅크사업」에서는 국내외에서 유전자원을 탐색·수집하고, 분류·동정·특성평가를 한 후 이들 자원을 증식·보존하고, 유전자원 정보는 D/B를 구축해서 이용하고 있다. 유전자원과 관련 정보는 농림수산성 연구기관외 국공립기관, 대학, 민간, 국외에 연구용으로 제공하고 국제기관, 해외 연구기관과 교류·협력하고 있다.

농림수산성 진뱅크사업은 식물, 동물, 미생물, 수산생물, 임목 6대 부문의 농림수산 생물 유전자원 전반에 걸쳐 전국의 시험·연구기관, 종묘관리센터, 가축개량센터, 임목육종센터의 기능과 입지조건을 활용하여 각 기관의 유기적, 조직적 협력 하에 실시되고 있다.

일본의 식물 유전자원 진뱅크사업의 추진 경과는 다음과 같다.

- ○ 1983년 : 농업생물연구소를 농업생물자원연구소로 개편, 제1기 진뱅크사업 착수
- ○ 1985년 : 종래 여러 기관에서 수행하던 유전자원사업을 전국적인 네트워크를 갖는 「농림수산진뱅크사업」으로 조직
- ○ 1986년 : 농생물자원연구소 유전자원부 재편성, 유전자원센터(식물, 동물, 미생물) 설립
- ○ 1992년 : 식물 유전자원 진뱅크사업 제1기 사업 종료
- ○ 1993년 : 식물 유전자원 진뱅크사업 제2기 사업 착수
- ○ 1994년 : 진뱅크사업에 DNA 부문 추가

1983년부터 1992년까지의 10년 동안 ① 식물, ② 미생물, ③ 동물, ④ 수목, ⑤ 수생생물을 대상으로 유전자원 수집·연구 활동이 수행되었으며, 1992년 제1기 진뱅크사업이 종료된 후 1993년부터 2000년까지 8개년에 걸쳐 제2기 진뱅크사업을 추진하고 있다. 제2기 사업에서는 유전자원의 품질 향상, 효율적인 보존이 주 목표가 되고 있으며, 1994년부터는 분자유전적 정보를 추가시켜 DNA뱅크를 운영하고 있다. 제2기 사업의 대상 작물은 ① 식물, ② 미생물, ③ 동물, ④ 수목, ⑤ 수생생물이며, 사업 내용으로서 ① 자료의 축적, ② 자료정보화의 개선, ③ 연구의 국제적 협력, ④ 자원과 정보의 교환을 중점 추진할 계획이다.

2.2. 진뱅크사업 체제

현재 일본의 진뱅크사업의 추진체제는 <그림 1>과 같다.

일본의 농림수산 진뱅크사업은 6개 부문으로 나뉘어 농업생물자원연구소에서는 식물, 미생물, 동물 유전자원 관리를 담당하고 있다. 6개 부문의 진뱅크는 센터뱅크로서, 특별히 현지에 보존할 필요가 있는 종자나 영양체 자원은 서브뱅크를 두어 유전자원을 관리하고 있다.

식물 유전자원의 경우 종자 형태의 유전자원은 대부분 센터뱅크에서 관리하지만, 전국 각지의 시험·연구기관과 종묘관리센터, 가축개량센터 등 기관의 전문성과 입지조건을 살려 국립시험연구기관 12개소, 종묘관리센터, 가축개량센터(사료·목초)가 서브뱅크로 지정되어 있다.

진뱅크 운영의 감독을 위해 관리운영위원회와 진뱅크사업 평가위원회가 감독기구로 설치되어 있다. 관리운영회의는 농림수산기술회의국, 농산원예국, 축산국, 임야청, 수산청의 5개 부서로 구성되어 있고, 진뱅크 평가위원회는 전문가 집단으로 구성되어 있다.

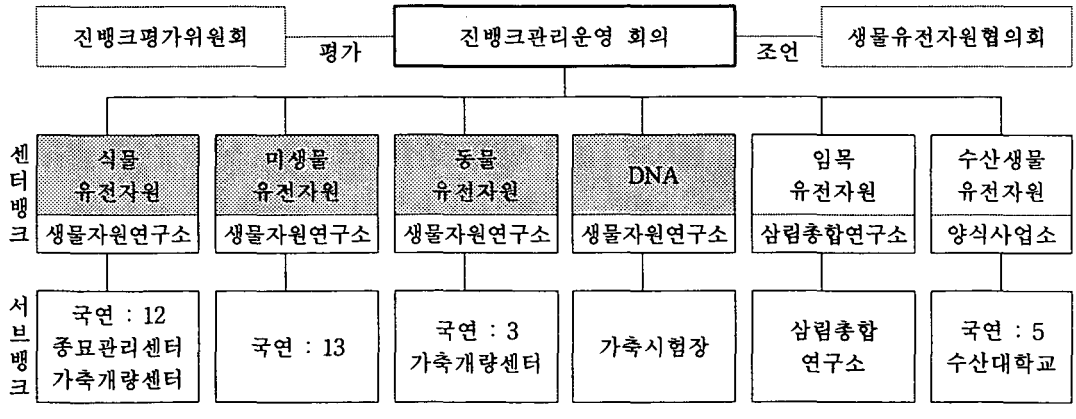
3. 식물 유전자원 관리체계

3.1. 식물 유전자원 관리 기구

일본 식물 유전자원의 관리 주체는 이바라기현 쓰쿠바에 소재한 농림수산성 농업생물자원연구소이다. 농업생물자원연구소는 생명공학의 발전, 식량 증산을 위한 작물개량의 필요성에 따라 생물자원의 농업용 개발 및 이용을 도모할 목적으로 1983년에 설립되었다. 이 연구소의 주요 업무는 국제적 규모의 유전자원의 수집·보존과 자원의 이용에 관한 연구, 벼 게놈유전자의 구조와 기능 해명 등 농업에 중요한 생리기능의 해명 등 기초연구 수행, DNA치환기술·세포조작 등 생명공학적인 첨단기술을 이용한 신생물자원 작출 등이다.

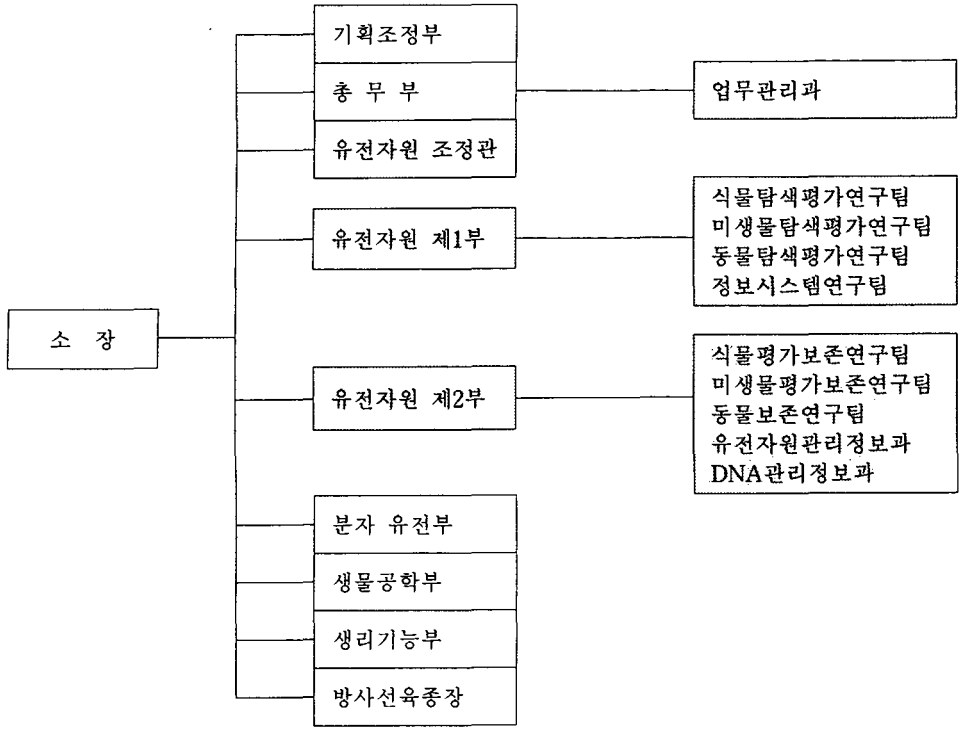
이 연구소의 주요 연구목표는 생물종의 다

그림 1 **일본의 진뱅크사업의 추진체제**



자료: 農林水産省, 「農林水産ジーンバンク」, 1998.

그림 2 **일본 농업생물자원연구소의 조직도**



자료: 農林水産省 農業生物資源研究所, 「年報」, 1998.

양성 해명, 생물기능의 분조구조 해명, 신생물자원 창출을 위한 생물공학적 기술의 개발에 있으며 1998년 4월 1일 현재 연구인력은 141인이며, 1997년 예산은 44억엔이었다.

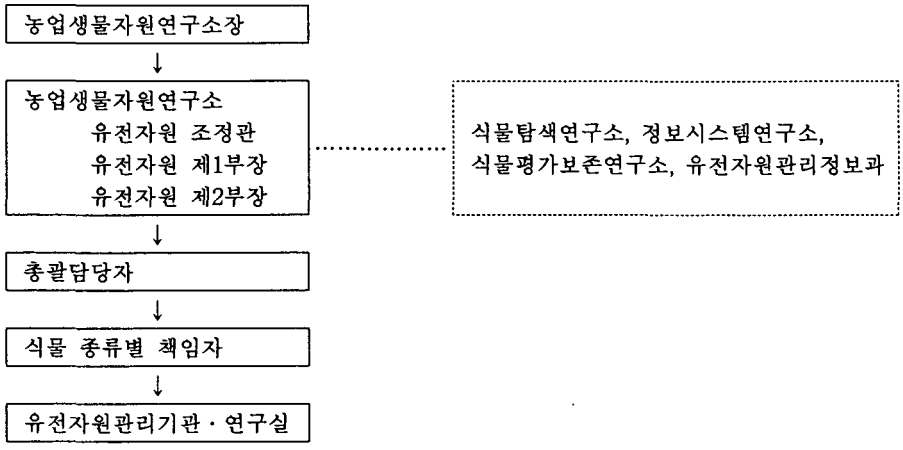
농업생물자원연구소의 조직은 <그림 2>와 같이 8개 부서로 구성되어 있고, 이중 유전자원 조정관, 유전자원 제1부, 유전자원 제2부의 3개 부서가 유전자원을 관리하는 유전자원센터 역할을 하고 있다. 유전자원 제1부는 식물탐색평가연구팀, 미생물탐색평가연구팀, 동물탐색평가연구팀, 정보시스템연구팀의 4개 팀으로 구성되어 있고, 유전자원 제2부는 식물평가보존연구팀, 미생물평가보존연구팀, 동물보존연구팀, 유전자원관리정보과, DNA 관리정보과의 5개 팀으로 구성되어 있다.

3.2. 식물 유전자원 관련 사업 추진 체계

일본의 식물 유전자원 관리는 실제 유전자원을 보존하는 진뱅크를 중심으로 유전자원을 보관하거나 사용하고 있는 시험연구기관을 망라해 종합적인 유전자원 관리체계를 구성하고 있다. 일본의 「식물 유전자원 진뱅크 사업」은 국가 전체의 식물 유전자원을 관리하고 있으며, 자원관리와 연구·관리 활동을 연결시키고 있다.

전체 식물 유전자원의 관리와 부문계획 수립은 <그림 3>과 같이 농업생물자원연구소를 정점으로 자원 관리의 총괄책임자, 식물종류별 책임자, 실무 시험·연구실의 단계로 추진된다. 이러한 부문별 체계는 연구기관의

그림 3 **식물 유전자원 관리 부문 실시 추진체계**



특성을 살려 식물 유전자원을 현장에서 다루는 기관을 종합하여 관리하는 체제이다.

각 시험장과 연구소에서는 직접 유전자원을 실험재료로 사용하면서 지정 작물에 대한 유전자원 보존 사업에 참여(서브뱅크)함으로서 진뱅크사업에 기여하고 있다. 그러나 본격적인 유전자원 진뱅크의 자원 장기보존과는 별도 체계로서 특정 분야 유전자원에 대한 지정관리자 제도라 할 수 있다.

3.3. 식물 유전자원 관리 운영 체계

3.3.1. 식물 유전자원 부회의 구성

식물 유전자원 부문별 계획과 연구자의 참여 상황은 다음과 같다.

식물 유전자원부문 운영 조직의 근거 법인 농림수산성 대신령인 「농림수산진뱅크사업실시요령」에 의거 「식물유전자원部會」를 구성하고 하부 조직으로 「워킹그룹(실무 작업반)」을 두고 있다.

식물유전자원부회는 유전자원 관련 사업의 원활한 추진을 위해 농림수산성, 민간, 대학 등의 전문가로 구성되며, 진뱅크사업 운영에 대한 기본적인 사항에 대해 협의한다. 주요 협의 대상은 식물 유전자원의 수집, 관리, 이용 등 사업의 운영에 대한 기본적 사항이다. 1998년 11월 현재 부회의 구성은 부회장은 농업생물자원연구소장이며, 전문가 부회원은 4인으로 국립유전학연구소 부소장, 동경농업대학 교수, 茨城현 농업총합연구센터 생물공학연구소 소장, 삿뽀로맥주 주식회사 식물공학연구소 고문으로 구성되어 있다. 기관 등 당연직(場所部會員) 부회원은 26인으로 농업연구센터, 초지시험장 등 센터뱅크 지정기관의 장과 생물자원연구소 유전자원조정관(사무국장), 유전자원 제1부장, 유전자원 제2부장 등 센터뱅크 관리자 및 농림수산기술회의 사무국 등 관료들로 구성되어 있다.

부회의 운영을 보좌하기 위해 실무진으로 「식물유전자원부회 워킹그룹(WG)」이 조직되어 부회의 활동에 관한 기본 계획안을 작성하여 부회에 제안한다. 워킹그룹의 구성원은 1998년 11월 현재 27인으로 생물자원연구소 유전자원조정관외 10인, 농업연구센터 5인,

초지시험장 2인, 과수시험장(1), 야채·차시험장(3), 잠사·곤충연구소(1), 국제농림수산센터(1), 농림수산기술회의국(4)의 실무자급 전문가가 참여하고 있다.

3.3.2. 식물 종류별 책임자 설정

식물 유전자원의 관리를 원활히 하기 위해 12개 식물 종류에 따라 책임연구실(실장을 책임자로 하고 「식물종류별 책임연구자」)을 설정하고 있다. 현재 책임연구자가 지정된 작물은 ① 벼, ② 밀·보리, ③ 괴경작물, ④ 식용두류, ⑤ 잡곡, ⑥ 특용작물, ⑦ 사료작물, ⑧ 과수, ⑨ 채소, ⑩ 관상식물, ⑪ 차나무, ⑫ 뽕나무 및 열대과수이다.

식물 종류별 책임자는 센터뱅크와 긴밀한 협조 하에 관여하는 식물의 진뱅크사업에 관계된 기획 및 업무를 분담하는 외에도 통상 연구사업과 접점이 되는 영역의 책임자로서도 역할을 수행하고 있다. 「식물 종류별 책임연구자」는 전문연구기관의 직원으로 워킹그룹의 구성원이 되며 진뱅크사업에서의 임무는 당해연도의 실적 및 다음 연도의 계획(안)을 작성하고, 예산 요구기초(안)를 작성한다.

식물 종류별 책임자는 당해 작물 분야의 유전자원에 관한 시험연구를 하는 한편, 식물유전자원과 관련된 구체적 사항에 참여한다. 참여 사항은 첫째, 육종 동향의 조사·파악으로 ① 긴급성이 높은 자원의 형질과 유전적 변이에 대한 예비조사, ② 긴급성이 높은 육종재료 혹은 미조사(미수집) 재료의 조사 및 탐색수집계획, ③ 해외 유전자원 동향 조사와 국내외 유망자료의 분양 의뢰, 도입을 추진한다. 둘째, 유전자원 특성평가를 추진하며, ① 특성 기재방식의 정비 및 특성평가 메뉴얼 정비, ② 진뱅크사업과 타사업에서의 특성평가의 정리, ③ 미조사 유전자원의 중요도에 따른 특성조사 계획을 수립한다. 셋째, 유전자원 증식계획을 수립·실시(특성조사 조정은 센터뱅크)하며, 넷째, 센터뱅크 목록 정비·배포사업에 대한 협력과 다섯째, 기타 사항으로 ① 안전을 위한 이중보존 계획의 추진, ② 동명 이번호 등 중복 보존 재료의 검출과 정리를 담당한다(부표1, 2 참조).

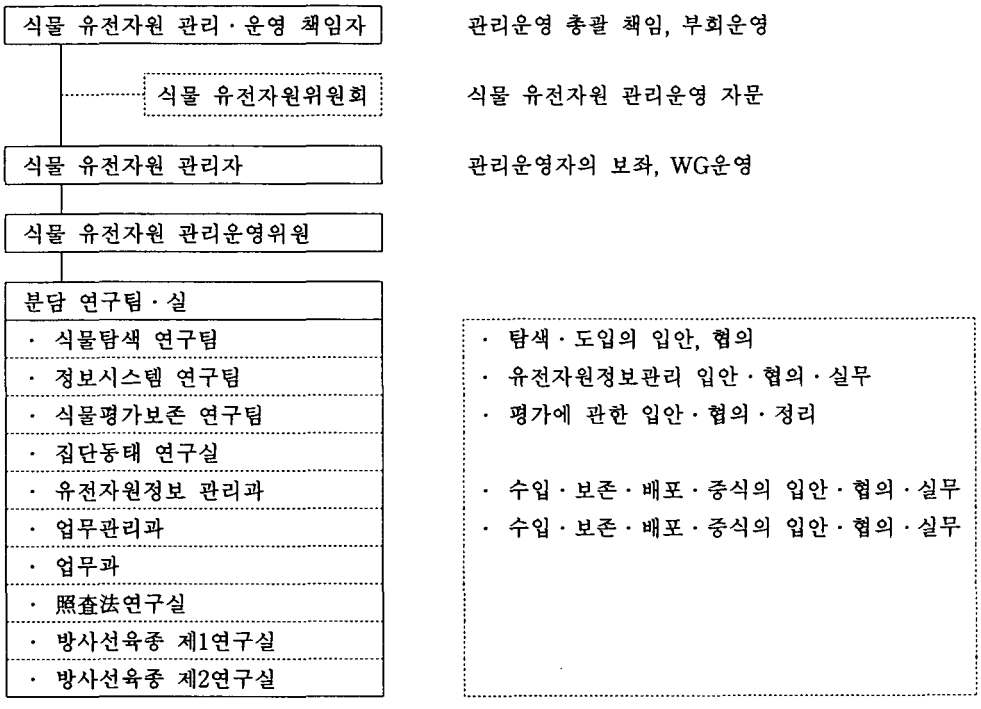
3.3.3. 식물 유전자원 진뱅크의 운영 체계

식물 유전자원을 실질적으로 보존·평가하고 있는 진뱅크는 센터뱅크와 서브뱅크로 나뉘어 운영되고 있다.

농업생물자원연구소 센터뱅크의 운영체제는 <그림 4>와 같다. 센터뱅크에서 실질적인 업무는 분담연구팀과 실에서 수행되며, 분담연구팀·실에서는 유전자원의 탐색, 도입, 평가, 보존, 분양사업을 담당하고 있다. 직접적으로 유전자원 보존을 담당하는 유전자원 제1, 2부의 연구실 외에도 방사선 육종실에서도 일부 작물의 보존 관련 연구를 수행하고 있다.

진뱅크의 운영 책임자는 생물자원연구소 소장이며, 보좌기관인 식물유전자원위원회의 위원장은 생물자원연구소 유전자원 조정관이며, 위원은 각부와 전담기관에서 1인씩 참여한다. 식물 유전자원 관리운영위원은 유전자원 제1부장, 유전자원 제2부장, 유전자원 제1上席硏究官, 유전자원 제2상석연구관, 연구교류 제2과장, 식물탐색연구팀장, 정보시스템연구팀장, 식물보존연구팀장, 집단동태연구실장, 유전자원정보관리과장, 업무관리과장의 11인이다.

그림 4 **식물 유전자원센터 센터뱅크 운영체제**



자료: 農林水産省 農業生物資源研究所, 「農林水産省ジン-バンク事業 植物遺傳資源部門實績報告書」, 1998. 9.

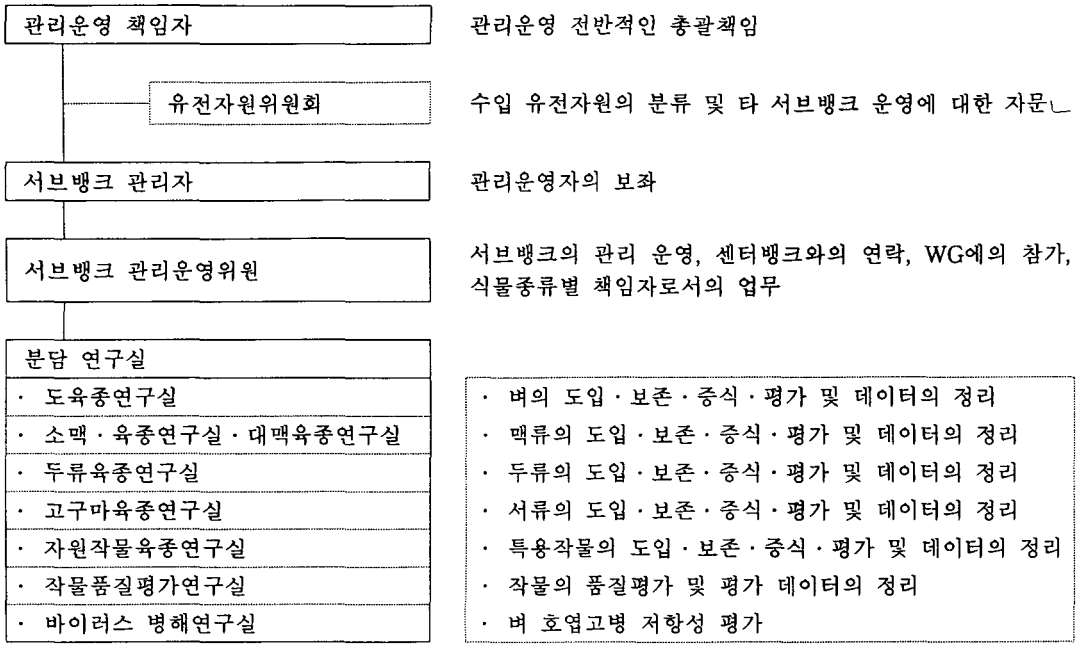
센터뱅크는 농업생물자원연구소의 직제에 따라 유전자원관리 업무가 기능별로 조직되어 있으나, 서브뱅크는 기존 시험·연구소의 직제에 따라 작물별로 조직되어 있다. <그림 5>는 식물 유전자원 서브뱅크 운영체계의 가장 일반적인 형태이다.

서브진뱅크의 운영 책임자는 농업생물자원연구소 소장이며, 유전자원위원회 위원장은 생물자원연구소 작물개발부장, 위원은 관계 각부에서 1인씩 참여한다. 따라서 서브뱅크의 실질적 관리자는 농업생물자원연구소 작물개발부장이며, 서브뱅크 관리운영위원은 작물개발부 상석연구관, 수도육종연구실장, 소맥육종연구실장, 두류육종연구실장, 서류육종연구실장, 자원작물육종연구실장이다.

서브뱅크의 운영체제는 서브뱅크 담당기관에 따라 차이가 있으며, 서브뱅크 운영체제에는 포함되어 있지 않으나 「농림수산 진뱅크 사업실시요령」에 의거 특성조사 등의 업무를 필요에 따라 위탁하는 「지정시험지」가 있다. 1998년 현재 지정시험지는 벼 8개소, 맥류 4개소, 서류 2개소, 두류 5개소, 잡곡·특용작물 5개소, 과수류 5개소, 목초·사료작물 10개소, 야채류 1개소, 화훼·녹화작물 2개소, 차 2개소, 열대식물 1개소이다.

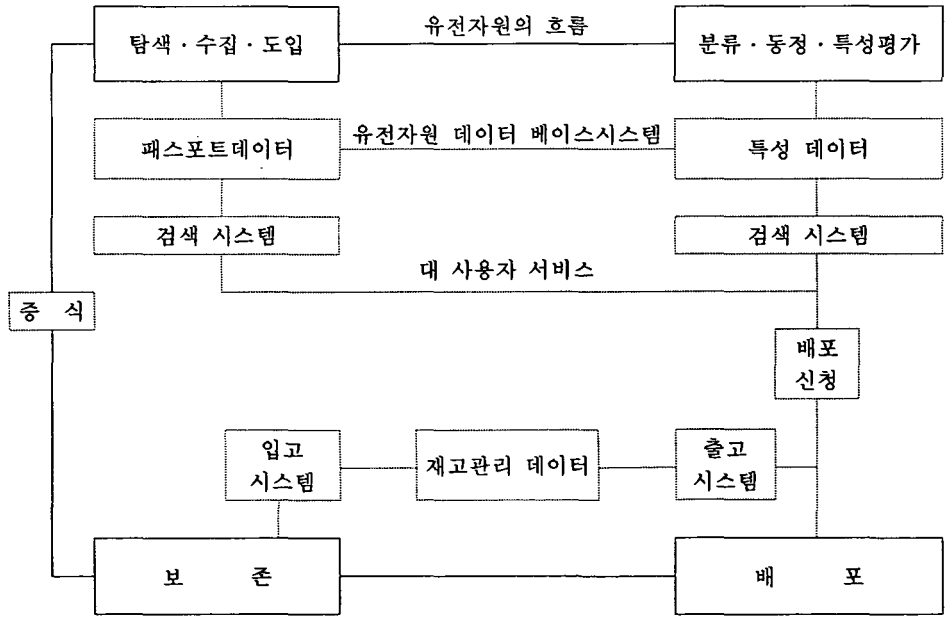
일본의 유전자원관리는 센터뱅크와 서브뱅크가 구축되어 있어 농업생물자원연구소와 일본 전역에 산재되어 있는 15개 연구소, 전국 소재 43개 현단위 연구소가 특정작물의 탐색·수집 및 평가·증식에 참여하고 있다.

그림 5 **식물 유전자원 서브뱅크의 운영체제(농업연구센터)**



자료: 農林水産省 農業生物資源研究所, 「農林水産省ジン-バンク事業 植物遺傳資源部門實績報告書」, 1998. 9.

그림 6 **일본의 농림수산 진뱅크사업의 흐름도**



주: 실선은 유전자원의 흐름, 점선은 관련 정보의 흐름

자료: 農林水産省 農業生物資源研究所, 「ジン-バンク事業」, 現況 資料, 1999.

일본 농림성 진뱅크 사업은 식물 유전자원 전담기구인 진뱅크와 식물 종류별 담당기관으로 이루어진 매트릭스 구조를 통해 유전자원의 종합관리를 수행하고 있다.

4. 진뱅크의 식물 유전자원 관리

4.1. 진뱅크사업의 자원관리

진뱅크 유전자원 관리는 탐색·수집·도입, 분류·동정·특성평가, 보존, 배포 단계로 추진된다. 일단 도입된 자료는 특성이 평가되고 분류되어 보존 대상이 되면 장기보존에 들어간다. 보존된 자원은 증식단계를 거쳐 자원 수요자에게 분양된다. 이 단계에서 모든 유전자원의 특성은 데이터화되어 유전자원 데이터 베이스에 입력된다. 유전자원의 보존 형태는 식물의 종자·영양체, 동물의 생식질 세포, 미생물로 구분된다. 수집된 자원은 특징적인 요소가 「패스포트화(지표화)」되어 검색이 가능토록 되고 보존된 자원은 특성화된 지표에 의해 입·출이 관리되는 철저한 재고관리체제를 갖추게 된다. 특성이 입력된 자원은 특성지표에 의해 언제라도 검색이 가능하여 자원 수요자가 접속을 통해 분양 신청을 하면 출고 관리 시스템에 의해 일반에 분양된다.

4.2. 식물 유전자원의 도입과 수집

일본에서는 20세기 초부터 국내외에서 식물 유전자원을 수집해 왔으나, 자원의 저장·보존이 체계화된 것은 1960년대 이후이다. 1962~1965년 벼 품종 국내 탐색이 21회에 걸쳐 24개현에서 실시되고, 1,300여 품종을 수집한 바 있다. 벼 품종의 해외탐색은 1971년 이후 열대농업연구센터(JIRCA)가 관장하고 있다. 특히 농림수산성 「식물유전자원 진뱅크사업」이 시작된 1983년 이후 농업생물자원연구소가 국내외 탐색·수집단을 구성하고, 조직화하여 자원을 수집하고 있다. 일본은 국제식물유전자원연구소(IPGRI)와 제휴하는 한편 일본국제협력단(JICA)의 활동을 통해 해외 유전자원 수집 사업을 전개하고 있다.

4.2.1. 유전자원의 국제 교류 현황 : 식물 유전자원의 교환과 협력

유전자원이 풍부한 개발도상국에서 유전자원에 대한 보호가 강화되어 유전자원의 해외도입이 어려워짐에 따라 일본은 유전자원 관련 국제기구와의 교류와 개발도상국 생물 유전자원 공동조사사업을 통해 식물 유전자원을 확보하고 있다.

유전자원의 수집·보전을 위한 국내외기관과의 협력 상황은 <표 1>과 같다. 일본은 유전자원 관련 국제기관의 핵심맴버로 참여하여 유전자원과 정보의 상호교환을 활성화하는 한편, 국제기금 분담를 통해 영향력을 확대하고 있다.

일본은 국제 장기보존진뱅크로 지정되어 있으며 농업생물자원연구소가 담당하는 품목은 일본형벼, 옥수수, 밀, 보리, 고구마, 십자화과 채소, 마늘, 사탕수수 등이다. 이외 교토대학은 Triticum, Aegilops의 국제 지정 보전기관이며, 토후쿠대학은 십자화과 채소 및 야생종의 지정 보존기관이다.

일본은 국제협력사업의 일환으로 유전자원 보존을 위한 국제협력에도 노력하고 있으며 1984년 이래 국제식물유전자원연구소 수집단에 참여하고 있다. 또한 동남아시아에서의 식물 유전자원 보존을 위한 사업에도 일본국제협력단(JICA)사업을 통해 참여하고 있다.

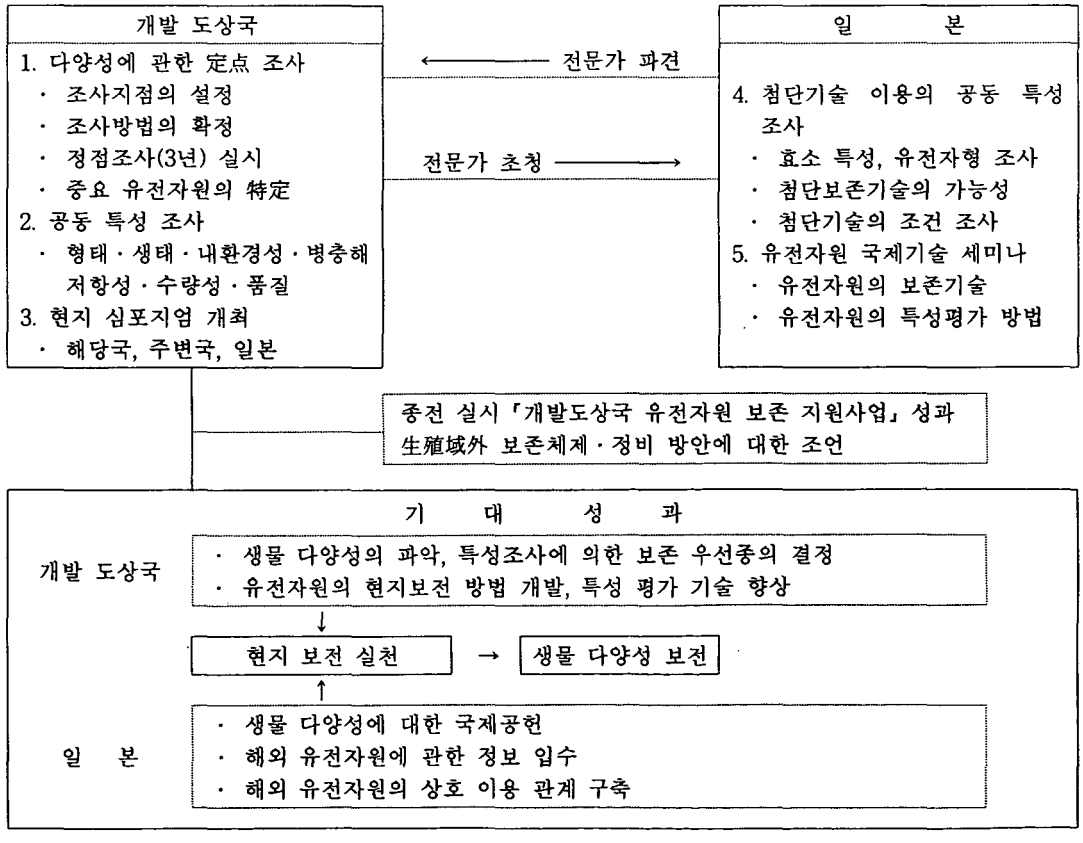
4.2.2. 개발도상국 생물 유전자원 공동조사사업

일본의 국제협력 중점 사업은 개발도상국의 생물 유전자원 공동조사사업이다. 이 사업은 농림수산진뱅크사업을 보완하며, 해외개발협력기금(ODA)으로 추진되고 있다. 다양

표 1 **유전자원의 수집 · 보전을 위한 국내외 기관과의 협력 상황**

	교류 · 협력 기구
식 물	IPGRI(국제식물유전자원연구소), AVRDC(아시아채소연구개발센터), WARDA, 국제농업연구센터 각 연구소(CIAT, CIMMYT, CIP, ICARDA, ICRISAT, IRRI 등), 각국의 연구기관
미생물	ATCC(미국기준균주보존기관), CBS(네덜란드진균보존기관), CMI(영국국제균학연구소), DSM(독일미생물보조기관)
동 물	ILRI(국제가축연구소), RBST(영국희소가축품종보존협회), AMBC(미국희소가축품종보존협회), 각국 연구기관
DNA	NCBI(국립생명공학센터), DDBJ(일본DNA뱅크), EBI(유럽생물정보과학연구소)

그림 7 **일본의 개발도상국 생물 유전자원 공동조사사업 추진 체계**



한 유전자원이 부존된 개발도상국에서는 개발과 농업 근대화에 따라 농업생산과 관련되는 유전자원(재래종, 근연 야생종 포함)이 소실될 위험성이 증가하고 있다. 일본은 축적된 기술과 지식을 활용하여 개발 도상지역에 유전자원의 다양성 보전과 이용을 위한 다양성 변화 조사를 공동으로 추진하고, 사업 대상국에서 식물 유전자원을 수집하고 있다.

개발도상국 생물 유전자원 공동조사사업의 실시 주체는 농림수산성기술회의 사무국, 농림수산성 시험연구소이다. 사업기간은 1996년~2001년으로 1기를 3년으로 2기 동안 실시하고 있으며 1999년 예산은 19,971천엔으로 현재 칠레, 베트남 2개국을 대상으로 사업을 수행하고 있다. 칠레에서의 대상작물은 토마토 근연 야생종이며, 베트남에서는 벼, 과수, 서류가 공동사업 대상이다.

이상 개발도상국을 대상으로 한 일본의 「생물유전자원 공동조사사업」의 추진 체계를 정리하면 <그림 7>과 같다. 일본은 개도국에 대한 공동조사를 통해 국위를 선양하는 한편, 유전자원의 확보라는 실익을 보고 있다.

4.3. 식물 유전자원의 보존 현황

종자번식 식물 유전자원의 보존을 위해 일본은 1968년 히라쓰쿠에 종자로 중복보존 할

표 2 **일본의 식물 유전자원 작물별 보유 현황(1997년말)**

단위: 점

	1996년 말	1997년 말 현재								
		계	보존 형태		보존 구분			종자 재증식	무독화	육종 소재화
			종 자	영양체	워킹 콜랙숀	베이스 콜랙숀	액티브 콜랙숀			
벼류	29,471	29,788	29,676	112	2,639	27,149	17,293	1804	190	1
맥류	58,106	57,362	57,223	139	3,467	53,895	26,167	890	0	0
두류	15,484	15,548	15,538	10	2,267	13,281	9,087	766	0	0
서류	5,343	5,208	712	4,496	718	4,490	2,991	0	17	0
잡곡·특용작물	11,142	11,753	8,913	2,840	2,389	9,364	6,563	287	0	6
목초·사료작물	41,273	41,423	34,232	7,191	24,256	17,167	11,317	773	0	4
과수	8,188	8,322	1	8,321	2,859	5,463	3,685	0	108	5
채소	23,746	24,188	22,462	1,726	10,861	13,327	6,017	432	15	16
화훼·녹화작물	5,850	6,081	76	6,005	3,902	2,179	306	0	0	0
차	5,714	58,500	0	5,850	1,005	4,845	1,091	0	0	0
뽕나무	1,442	1,273	0	1,273	551	722	260	0	0	0
열대식물	1,005	1,017	675	342	841	176	81	0	0	0
농산원예국	7,861	8,298	0	8,298	587	7,711	3,800	546	0	0
축산국	363	363	0	363	0	363	163	134	0	0
총 계	206,764	207,813	169,508	38,305	55,755	152,058	84,818	4,952	330	32

주: 자원 보존 구분은 재료·시료단계의 자원(Working collection), 장기보존 자원(Base collection), 분양 가능자원(Active collection)으로 구분되어 있다. 시료단계 자원은 실험용으로서 관리되고 있는 단기보존용 유전자원이며, 이 중 중요한 자원은 베이스콜랙숀으로 선발되어 장기보존된다. 분양 가능 자원은 유전자원 장기보존 대상 자원 중 증식이 되었거나 보존량이 많아 분양이 가능한 자원이다.

자료: 農林水産省 農業生物資源研究所, 「農林水産省ジーンバンク事業 植物遺傳資源部門實績報告書」, 1998. 9.

수 있는 장기보존용(-10℃, 습도 30%) 시설과 중기보존용(-1℃, 30%)시설을 건립하였다. 1978년에는 쓰쿠바에 시료의 자동 입출 시설을 갖춘 장기보존(-10℃, 30%)과 단기보존시설(-1℃, 30%)을 건립하였다.

1988년에는 쓰쿠바 소재 농업생물자원연구소에 완전자동 입출시설을 갖춘 진뱅크 시스템을 개선하여 종자를 보존·관리하고 있다. 종자 형태 이외의 영양번식 작물은 포장 진뱅크에 보존되고 있으며, 조직 상태의 영양체 자원은 센터뱅크와 서브뱅크(Sub-bank)에 저온상태로 동결보존(Cryopreservation)되어 있다.

1997년 말 현재 일본 진뱅크에서 보유하고 있는 식물 유전자원은 총 207,813점으로 1996년 206,764점에 비해 5% 증가하고 있다. 일본이 보유하고 있는 식물 유전자원 작물별 점수는 맥류, 목초·사료작물, 벼, 채소의 순이며, 자원 보전 형태별로는 종자가 81.6%, 영양체가 18.4%이다(표 2).

식물 유전자원의 기관별 보존 상황은 <표 3>과 같다. 1997년 현재 전체 식물 유전자원의 52%가 농업생물자원연구소에 있는 센터뱅크에 보존되어 있고, 나머지 48%는 각지에 있는 서브뱅크에 보존되어 있다. 센터뱅크에는 종자 형태의 자원이 보존되어 있고 서브뱅크에는 영양체 자원의 비중이 크다. 자원 보존 구분별로는 센터뱅크는 베이스콜랙숀 중심으로 보존되어 있고, 서브뱅크는 워킹콜랙숀 비중이 높다.

표 3 **일본의 식물 유전자원 기관별 보유 현황: 1997년말 현재**

단위: 점

	1996년 말	1997년	보존 형태별		보존 구분		
			종 자	영양체	워킹 콜랙숀	베이스 콜랙숀	액티브 콜랙숀
센터뱅크	106,788	108,123	108,123	0	0	108,123	74,271
서브뱅크 소계	91,752	91,029	61,385	29,644	55,168	35,861	6,584
농업연구센터	5,686	4,527	3,347	910	3,082	1,175	458
농업생물자원연구소	15,442	15,762	14,721	1,041	1,058	14,704	0
초지시험장	5,555	5,650	3,228	2,422	4,331	1,319	79
과수시험장	6,686	6,760	0	6,760	2,650	4,110	2,744
야채·차시험장	22,754	23,503	13,965	9,538	13,181	10,322	1,469
북해도농업시험장	7,025	6,483	3,832	2,651	6,002	481	70
동북농업시험장	3,002	3,270	2,718	552	2,749	521	114
북륙농업시험장	700	704	704	0	702	2	0
중국농업시험장	1,314	1,322	1,320	2	1,083	239	45
사국농업시험장	391	414	288	126	388	26	3
구주농업시험장	19,739	19,601	15,840	3,761	17,361	2,240	1,342
잠사·곤충농업기술연구소	1,442	1,273	0	1,273	551	722	260
국제농림수산연구센터	2,016	2,030	1,422	608	2,030	0	0
농산원예국	7,861	8,298	0	8,298	587	7,711	3,800
축산국	363	363	0	363	0	363	163
총 계	206,764	207,813	169,508	38,305	55,755	152,058	84,818

자료: 農林水産省 農業生物資源研究所, 「農林水産省ジーンバンク事業 植物遺傳資源部門實績報告書」, 1998. 9.

4.4. 식물 유전자원의 평가와 자료관리

일반 수집된 식물 유전자원은 재료·시료 단계 자원으로 단기보존되고, 자원별 유전적 특성이 규명되어야 비로소 실질적인 「유전자원」으로 인정돼 장기보존된다. 작물별 특성평가항목(Descriptor)은 1차·2차·3차 평가항목으로 구분하고, 작물별 필수·선택항목에 의해 평가된다. 1차 특성조사는 주로 형태, 생태(초장, 초형, 수형 등)에 대한 외관평가이며, 2차특성 조사는 내환경성, 병충해 저항성 유전적 형질, 3차 특성조사는 수량성, 품질 등 질적 검사이다.

유전자원의 도입·보존·평가 상황은 ① 기본조사 자료관리(Passport data management), ② 자원 저장 및 분양관리(Stock data management), ③ 기본특성 및 특성평가관리(Characterization & evaluation data management)의 단계로 전산화되어 식물 유전자원 종합 데이터 베이스시스템에 의해 관리되고 있다. 식물 유전자원의 특성, 자원 보유 현황 등은 전산 이용망을 통해 완벽한 연결망이 구축되어 이용자가 자유롭게 접속할 수 있으며, 신속한 국제정보 교환이 가능한 체제를 갖추고 있다.

4.5. 식물 유전자원의 분양·이용

유전자원 연구사업의 목적은 현재, 미래의 실용화 가능성을 확인하고 연구자, 종묘회사 등 실수요자에게 자원을 효율적으로 보급하는 데 있다. 생물공학 기법에 의한 인위적 유전자의 이전, DNA의 재조합 방법, 새로운 유전자의 구조분석 등 새로운 육종기법이 발전함에 따라 식물 유전자원 이용에 새로운 국면을 맞이하고 있으며, 유전자원 수요는 더욱 증가될 전망이다.

표 4 **1997년 진뱅크 작물별 자원 분양 현황**

단위: 품종

	국립시험 연구기관	공립시험 연구기관	대 학	민간·기타	외 국	계
벼류	1,365(28)	7(2)	467(8)	281(17)	475(11)	2,595(66)
맥류	574(16)	-	36(3)	14(4)	385(5)	1,009(28)
두류	638(8)	-	197(7)	8(1)	-	843(16)
서류	2(1)	4(2)	-	1(1)	1(1)	8(5)
잡곡·특용작물	127(6)	57(3)	23(3)	6(5)	9(2)	222(19)
목초·사료작물	532(3)	4(2)	14(2)	57(6)	121(5)	728(18)
과수	-	-	30(1)	7(6)	-	37(7)
채소	932(6)	44(7)	186(6)	46(16)	67(5)	1,275(40)
화훼·녹화작물	-	6(6)	-	12(12)	-	2,179(18)
차	-	-	-	-	2(1)	18(18)
뽕나무	-	29(8)	1(1)	-	-	30(9)
열대식물	-	-	-	-	-	0(0)
총 계	4,170(68)	151(30)	954(31)	432(68)	1,060(30)	6,767(227)

주: ( ) 안은 요청 건수.

자료: 農林水産省 農業生物資源研究所, 「農林水産省ジーンバンク事業 植物遺傳資源部門實績報告書」, 1998. 9.

1997년 작물별 자원 분양 상황은 <표 4>와 같다. 1997년 분야 실적은 7,627점으로 연도말 자원 재고량의 약 4%에 해당된다.

5. DNA뱅크사업 현황

5.1. DNA뱅크의 설립 배경

유전자 치환기술 등 첨단 생명공학 기술에 의해 농림수산업 생산성을 향상시킬 수 있는 신품종·신작물 작출의 가능성이 높아지고 있다. 최근 생물의 유전정보를 해독하는 게놈 분석을 비롯한 분자수준의 연구가 본격적으로 추진되고 있으나 연구를 효율적으로 추진하기 위해서는 축적된 연구성과를 적절히 관리하고, 이용하기 위한 체제 정비가 필요하다. 일본은 식물DNA와 DNA정보를 체계적으로 수집·축적·제공하기 위한 시스템으로 DNA뱅크를 설립하고, 유전자 수준의 연구를 추진하고자 1994년부터 「DNA뱅크사업」을 시작하였다. 사업 실시 주체는 농업생물자원연구소와 축산시험장으로 1999년 예산은 95,610천엔이다.

5.2. 사업 내용

5.2.1. DNA의 관리·제공

농업생물자원연구소 농림수산 생물 유전자원 관리시설 내에 설치된 초저온 보존시설을 이용해 벼, 가축 등의 DNA를 보존, 증식하여 연구자에게 분양하고 있다. DNA분양은 1996년 2월 22일부터 시작되었으며 1997년 말까지 분양 실적은 471건이다. 분양 단가는 cDNA 4,000엔 등 점당 4,000엔에서 16,300엔까지이다.

5.2.2. DNA 정보의 관리·제공

농업생물자원연구소 농림수산 생물 유전자원 관리시설 내에 설치된 DNA정보관리 시스템에서 벼, 가축의 유전자 지도, 염기배열 데이터, 문헌 정보 등 데이터 베이스를 구축하고, 축적된 데이터를 관리·제공하고 있다.

5.3. DNA뱅크의 사업 추진체계

DNA뱅크는 농림수산생물의 유전자에 대한 정보와 물질의 수집, 관리, 제공을 행하는 연구지원 부문으로 생물 특유의 유전적 정보를 담고 있는 DNA의 구조와 설계를 연구하고 있으며 전산정보 네트워크를 통해 전 세계에 있는 유전자 네트워크에 자료를 공개하고 자료·정보의 공유화를 추진하고 있다.

6. 맺음말

국가 차원 식물 유전자원 관리는 농림수산성에서 수행하고 있으나, 식물 유전자원의 이용 범위는 농림업에 국한된 것이 아니다. 또한 식물 유전자원도 생물 다양성의 일부분으로 국가 차원의 종합관리가 필요하다. 일본에서 생물 유전자원을 다루고 있는 부서는 농림수산성, 후생성, 통상산업성, 과학기술청, 문부성, 환경청이며 부문별 유전자원 관리 영역은 다음과 같다.

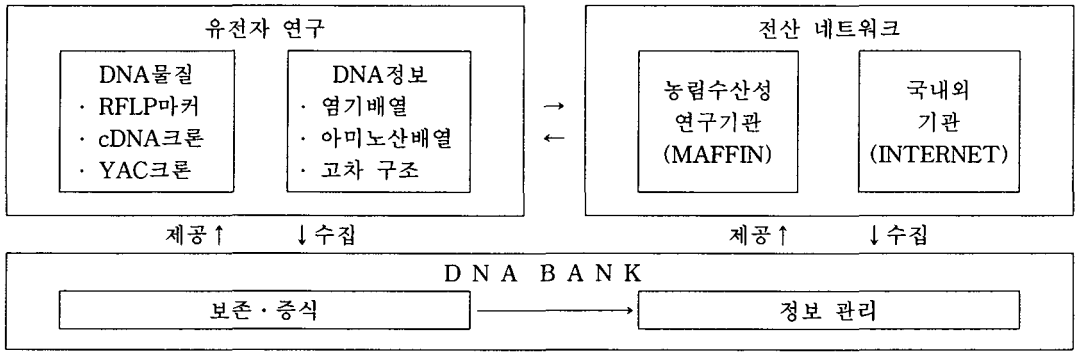
○ 농림수산성 : 농업·임업·수산업의 진

흥을 위한 자원 수집 중심으로 수집 대상은 가축·곡물의 세포, 종자, 유전자, DNA

- 후생성 : 인간, 동물의 세포, 병원균 세포 중심의 수집
- 통상산업성 : 특히 특수환경 미생물 등 산업 유용 미생물이 중심, 미생물의 분리·동정 정보 해석 시스템
- 과학기술청 : 동·식물 세포, 종자, 유전자, DNA
- 문부성 : 학술용 연구재료 수집 중심
- 환경청 : 원생동물, 微小後生동물 중심

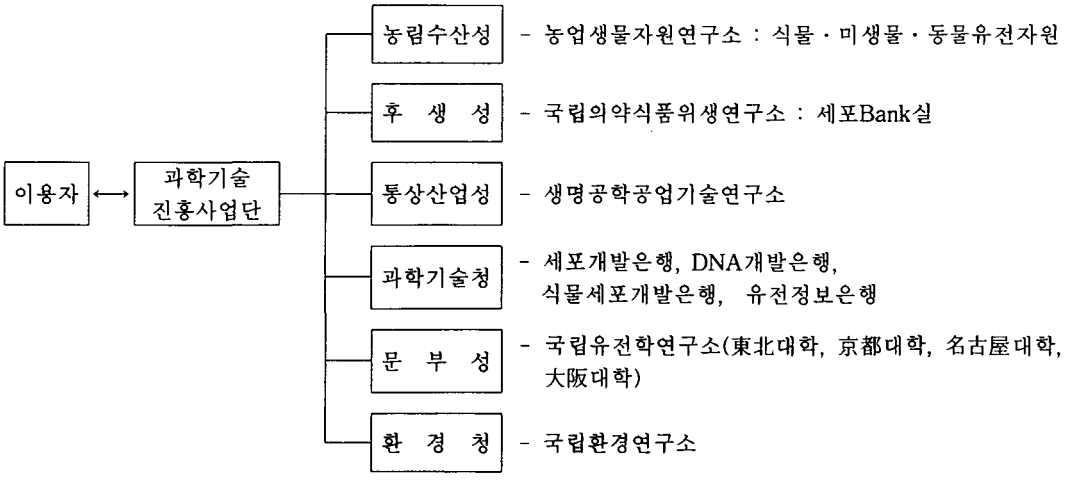
일본은 생물 유전자원의 부서간 정보 교환을 위해 생물 연구자원 종합 데이터베이스 네트워크 구축안을 작성하고 있다. 이 체제는 과학기술진흥사업단(안)을 중심으로 각 부서가 시험연구소간의 네트워크를 구성하여 자원정보를 교류하고, 유전자원 수요자에 대응하는 것이며 현재 추진중인 구상안은 <그림 8>과 같다.

그림 8 **DNA뱅크의 사업추진체계**



자료: 農林水産省 農業生物資源研究所, 「DNAバンク」, 1998.

그림 9 **생물 연구자원 종합 데이터베이스 네트워크 구축안 (잠정 구상안)**



자료: 農林水産省 農業技術會議所 내부 자료.

우리 나라에서도 농업 유전자원의 중요성은 이미 인식되어 있으나 아쉽게도 제도적인 뒷받침은 미흡하다. 우리 나라도 현재 종자은행을 가지고 14만점의 식물 유전자원을 보유하고 있다. 그러나 보유 자원이 양적인 면에 치우쳐 자원다운 자원이 어느 수준인지 확인할 수 없다. 또한 종자은행 관련 규정도 농촌진흥청 훈령으로 기관 내부의 지침에 불과하며, 유전자원 관리도 종자관리소 유전자원과 1개과가 담당하는 등 국가 차원의 종합적 관리가 어려운 실정이다.

일본은 농림수산업 전반의 유전자원을 종합적으로 관리하고 있으나 우리는 아직 식물 유전자원 관리도 국가 차원의 체제가 정립되어 있지 못하다. 일본이 다양하고 양질인 다수 유전자원을 보유하고 있는 것은 자원확보에 대한 인식이 바로 종합적인 유전자원관리 제도와 사업으로 구체화되고, 장기간 지속적으로 제도정비에 힘을 기울인 결과이다. 우리는 '종자전쟁'의 긴급성을 인정하면서도 투자와 제도 정비는 미루어 왔다. 지금이라도 식물 유전자원 관리에 대한 관심을 현실화시켜 예산·인력을 확충하고 관련제도를 정비해서 다가오는 '유전자원 전쟁'에 대비해야 한다.

참 고 문 헌

農林水産省種苗管理センター. 1999.「種苗管理年報」(12).

京都府農業資源研究所センター. 1999.「試驗成績書」.

京都府農業資源研究所センター. 1999.「京都府農業資源研究所センター年報」.

農林水産省農業生物資源研究所. (연도미상).「農林水産ジーソバソク-植物・微生物・動物・DNA」.

農林水産省.「農林水産省ジーソバソク- 貴重な遺傳資源の保存とその利用のたぬに-」.

農林水産省農業生物資源研究所. 1996.「年報」.

社團法人 農林水産先端技術産業振興センター. (연도미상).「品種登錄制度と育成者權」.

食糧の生産と消費を結ぶ研究會(編). 1998.「アメリカの遺傳子組み換え作物」. 家の光協會.

藤原邦達. 1999.「遺傳子組み換え食品を考える事典」. 農文協.

農林水産省農産園藝部 種苗課(監修). 1998.「種苗法 關係法令通達集」. 社團法人 日本種苗協會.

農林水産省農業生物資源研究所. 1998.「農林水産省ジーソバソク事業 植物遺傳資源部門實績報告書」.

京都府農業資源研究センター.「21世紀の新しい技術照明- 京都府農業資源研究センター 要覽」.

부표 1 **식물 종류별 책임자 및 참여기관 (1)**

	총괄 담당기관	식물 종류별 담당 기관
벼	농업연구센터	농연센터 (3), 생물연 (5), 국제농연, 北농시, 東北농시, 北陸농시, 九州농시, 中國농시, 北海道上川농시, 青森縣농시, 宮城縣古川농시, 福井縣농시, 愛知縣農總시, 鹿兒島縣농시, 茨城縣농총센, 일본곡물검정협회
맥류	농업연구센터	공통 : 東北농시, 北陸농시, 九州농시, 長野縣농시, 소맥 : 농연센터, 생물연 (2), 北농시, 中國농시, 北海道北見농시, 종묘관리센터농장 (4) 대맥 : 농연센터, 四國농시, 栃木縣농시, 福岡縣農總試農産研究所 연맥 : 九州농시 과맥 : 四國농시
서류	농업연구센터	고구마 : 농연센터, 九州농시, 종묘관리센터농장 (4) 감자 : 北농시, 北海道根釧농시, 종묘관리센터농장 (7)
두류	농업연구센터	두류 : 농연센터, 생물연, 국제농연 대두 : 東北농시, 九州농시, 北海道十勝농시, 長野縣中信농시, 종묘관리센터농장 (2) 팥 : 北海道十勝농시, 종묘관리센터농장 (1) 땅콩 : 생물연, 국제농연, 千葉縣농시
잡곡·특용작물	농업연구센터	잡곡·특작 : 농연센터, 생물연, 北농시, 東北농시, 北陸농시, 四國농시, 九州농시, 中國농시, 국제농연, 長野縣中信농시, 종묘관리센터농장 (8) 蘭 : 九州농시, 熊本縣농연센터, 종묘관리센터농장 (2) 곤약 : 群馬縣농총시, 종묘관리센터농장 (1) 사탕무 : 北농시, 종묘관리센터농장 (1) 사탕수수 : 생물연, 九州농시, 국제농연沖繩지소, 沖繩縣농시, 종묘관리센터농장 (1) 기타 : 北海道立식물유전자원센터
채소·화훼·녹화작물	야채·차시험장	박과 : 야차시 가지과 : 야차시, 長野縣中信농시, 종묘관리센터농장 유채과 : 야차시 나리과 : 北농시, 야차시, 종묘관리센터 국화·미나리·명아주과 : 야차시 영양번식체 : 야차시, 久留米지, 종묘관리센터농장 (3) 기타 : 야차시, 北농시, 국제농연, 長野縣中信농시, 종묘관리센터농장 (2) 화훼 : 야차시, 北농시, 四國농시, 富山縣농시, 鹿兒島縣농시, 종묘관리센터농장 (8)

부표 2 **식물 종류별 책임자 및 참여기관 (2)**

	총괄 담당기관	식물 종류별 담당기관
목초·사료작물	초지시험장	공통 : 초지시, 국제농연 沖繩지 한지형 화본과 : 北농시, 東北농시, 北陸농시, 北海道北見농시, 山梨縣낙농시, 가축개량센터 목장 난지형 화본과 : 초지시, 九州농시, 茨城縣축시, 山口縣농시, 鹿兒島縣농시, 沖繩縣축시 두과목초 : 초지시, 北농시, 東北농시, 九州농시, 愛知縣農總시, 가축개량센터 목장 야초 : 초지시, 東北농시, 九州농시, 가축개량센터목장 옥수수 : 초지시, 北농시, 九州농시, 北海道十勝농시, 長野縣中信농시, 종묘관리센터, 가축개량센터 목장 수수 : 초지시, 四國농시, 국제농연 沖繩지, 長野縣축시, 가축개량센터목장 사료순무 : 北陸농시
과수	과수시험장	공통 : 생물연, 과수시, 北농시 감귤 : 과수시, 종묘관리센터농장 (4) 사과 : 과수시, 종묘관리센터농장 (2) 배 : 과수시 밤 : 과수시, 종묘관리센터농장 매실·복숭아·자두 : 과수시, 종묘관리센터농장 오와토와 : 과수시, 山形縣원시 포도 : 가수시, 山梨懸과시, 福岡縣농총시원예연구소 감 : 과수시 비파 : 과수시, 長崎縣과시, 종묘관리센터농장 소과류 : 과수시, 北농시, 和歌産縣원시, 종묘관리센터농장
차	야채·차시험장	국내종·중국종 등 : 야차시, 琦玉縣차업시험장, 宮崎懸농총시 앗삼종 : 야차시 지역 계통 : 종묘관리센터 농장 (3)
뽕	잠사·곤충기술연구소	잠사·곤충연구소
열대식물	국제농림수산연구센터	열대작물 : 국제농연 열대과수 : 국제농연 파인애플 : 생물연, 국제농연, 沖繩懸농시, 종묘관리센터농장 파파야·카사바 : 종묘관리센터농장(沖繩)

주: 농연센터-농업연구센터, 농시-농사시험장, 생물연-생물연구소, 국제농연-국제농림수산연구센터, 농촌센-농업총합연구센터, 야차시-야채·차시험장, 초지시-초지시험장.

자료: 農林水産省 農業生物資源研究所, 「農林水産省ジン-バンク事業 植物遺傳資源部門實績報告書」, 1998. 9.