

일본의 딸기산업과 관련 기술 동향*

유 지 은
(일본 국립 정책연구대학원 석사)

1. 들어가면서

최근 생산량 감소 추세에도 불구하고, 일본에서 딸기는 과채(과일·채소)시장에서 가장 많은 점유율을 가진 과일 중 하나이다 (일본 농림수산성 2016).¹⁾ 일본의 딸기는 품질이 좋을 뿐 아니라 생산지역의 브랜드화와 공정과정에 대한 신뢰를 밑바탕으로 하여 국내 시장에서 꾸준한 인기를 얻고 있다. 브랜드 상품화되어 상대적으로 비싼 가격에 판매되고 있음에도 불구하고 생산량의 대부분이 시장에서 빠르게 소비되며, 그 수요가 꾸준한 점도 주목할 만하다. 이러한 배경에는 토치기 현(栃木県)을 중심으로 지방정부 차원의 새로운 기술과 정책 도입 등이 있다. 미국, 뉴질랜드 등에서 주로 수입했던 이전과 달리 현재는 비생산 주기인 여름에 생산하기 위해 다양한 품종개발과 생산, 재배 기술 도입 등을 통해 사계절 생산이 가능한 시스템을 개발하고자 노력하고 있다.

일본의 전반적인 과채시장 동향을 살펴보면, 인구 고령화와 인구 성장이 둔화되면서 수요 또한 줄어들고 있는 추세이다. 2016년 농림수산성 보고서에 따르면 1993년 1인당 과채 소비량은 105kg에서 11년 뒤인 2014년 1인당 93kg로 시장 규모가 크게 감소했

* (jeunyou8@gmail.com). 본고는 일본 농림수산성(www.maff.go.jp)과 일본 총무성(www.soumu.go.jp/), 유관 기관의 발표 내용과 통계 자료를 참조하여 작성함.

1) 상기 내용은 일본 농림수산성 '채소를 둘러싼 정세' 보고서를 참조하여 작성됨.

대(일본 농림수산성 2016). 그 중에서도 딸기는 다른 베리(berry)류에 비해 전통적으로 인기 있는 과채류로 2013년 기준 도매 총액은 1,601억 엔으로 주요 과채류와 동등한 시장 규모를 가지고 있다. 도매가격은 평균 1,022엔/kg 수준으로 안정적이고 생산자들의 경영 안정화가 상당히 진행되어 있는 작물이다(일본 농림수산성 2014). 그러나 노동 시간이 길고 규모 확대가 어렵기 때문에 에너지 절약화 기술의 확립이 요구된다. 또한 시설 난방비 인상으로 인해 생산 효율화에 대한 요구가 높아지고 있다. 이를 배경으로 딸기 수확 로봇, 선별·팩들이 로봇, 매달이식 가동 베드 등의 기술을 개발하고 상용화하고자 노력하고 있다. 장래에는 이러한 기술을 바탕으로 시설의 규모화를 진행하고, 차세대형 딸기 생산시스템의 구축을 목표로 정책적인 지원이 계속되고 있다.

본고에서는 일본의 베리산업, 그 중에서도 딸기시장 동향을 살펴봄으로써 시장자율화와 감소하는 수요에 따라 변화하는 일본 내 생산량, 수출입량을 비교하고 우리나라의 딸기산업과 공유하고 있는 문제점을 비교·분석하고자 한다. 또한 애그로봇(Agrobot)²⁾ 등의 신기술을 활용한 생산 시스템과 전반적인 제도·정책적인 지원을 소개함으로써 우리나라 딸기농가와 관련 정책 전문가들에게 시사점을 제공하고자 한다.

2. 시장동향

2.1. 생산과 소비

일본은 연간 1인 당 과채 소비량이 93kg에 가까울 정도로 큰 시장이다(일본 농림수산성 2016). 특히 귤과 사과 등의 전통적으로 인기 있는 과일종의 수요가 두드러지지만, 블루베리를 포함한 베리류, 파인애플, 망고 등 외래종의 수요는 증가하고 있는 추세이다. 과일 소매가격은 2007년 급등한 경우를 제외하고 수십 년간 다른 국가에 비해 상대적으로 안정적인 편이다.

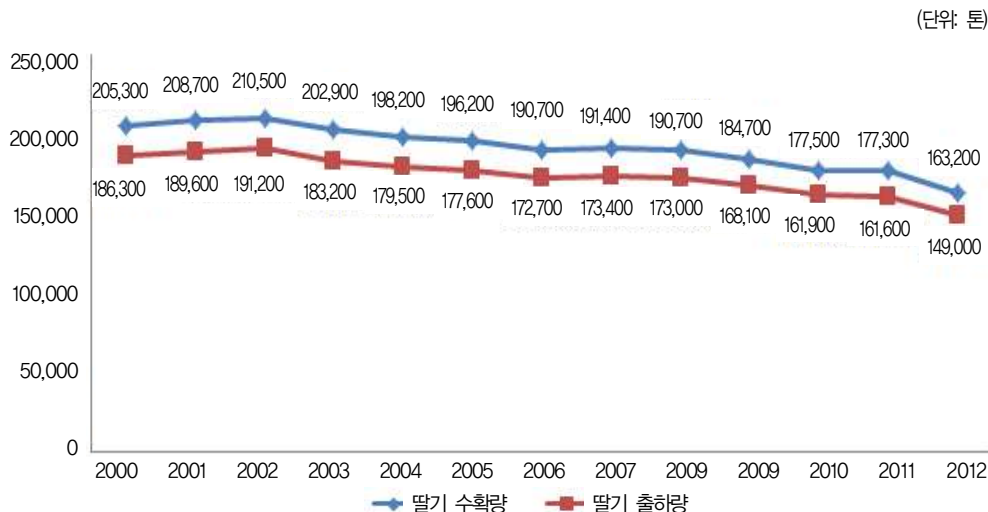
그러나 인구가 고령화되고 인구성장이 둔화되면서 전체 과일소비 인구의 감소추세가 계속되고 있다. 일본의 과일 생산량 또한 수요량과 마찬가지로 줄어들고 있다(일본 농림수산성 2016).

동서로 긴 지형, 고도가 다양한 점, 그리고 섬 지형의 특성상 지역별로 기후가 다양하기 때문에 생산할 수 있는 과일의 종류도 다양한 편이다. 그 중에서도 귤, 사과, 멜

2) 농업(Agriculture)과 로봇(Robot)을 합친 합성어. 농업 생산 과정(현재 주로 재배단계)에 쓰이는 로봇기술을 활용한 지동화시스템을 지칭함.

론, 배, 감, 딸기 순으로 생산량이 많고 특히 블루베리, 체리 등 최근 들어 수요가 급증하고 있는 과일 중의 생산이 증가하고 있다.

그림 1 딸기 수확량, 출하량 추이



자료: 일본 농림수산성 과채통계(2013).

과일 총생산과 함께 딸기 생산량 또한 지난 10년 동안 계속 감소해왔다. 주요 요인은 인구 고령화에 따른 기존 농가의 고령화와 후계자 양성이 어렵기 때문으로 보인다. 2013년 일본 딸기생산량은 16만 5,600톤으로, 2000년 대비 20% 감소하였다. 또한 2015년 USDA(United States Department of Agriculture)의 보고서는 2013년 대비 더 감소되어 약 16만 4,000 톤에 이를 것으로 예측했다. 생산면적 또한 2000년 대비 약 25% 감소한 5,500헥타르(ha)였다.

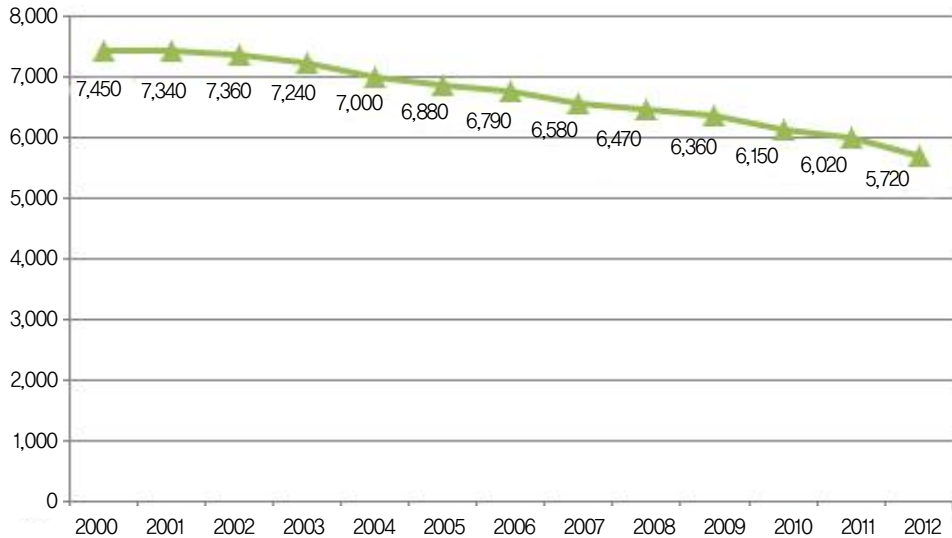
일본의 딸기 주요 생산시기는 12월에서 5월까지로 본섬(本州, 혼슈)지역을 중심으로 한 규슈 지방, 남쪽 해안가 지역이 온화한 기후를 강점으로 생산량이 많은 편이다. 여름에는 일본의 북부지방에서도 딸기를 생산하는데, 주요 생산시기 이후의 수요를 충족시키기 위해 시설재배를 통해 생산한다. 비록 겨울에서 봄에 이르는 시기의 생산량에 비해 아직 적은 양이지만 토치기 현을 중심으로 한 지역특산 딸기의 인기가 증가하고 있는 것으로 보아 앞으로 여름시기의 딸기 생산량도 꾸준히 증가할 것으로 예상된다.

총생산량과 생산면적은 계속해서 감소하고 있지만, 일본의 면적대비 평균 딸기 생산량은 지난 40년 동안 약 두 배로 증가했다. 1973년 면적 당 생산량은 14톤/ha에

서 2013년 30톤/ha으로 증가했다. 이를 통해 생산 효율성이 증가했음을 알 수 있다. 이는 거의 대부분의 딸기 농가가 노지재배에서 온실 시설로 전환한 것이 주요 요인

그림 2 딸기 재배면적 연도별 추이

(단위: 헥타르(ha))



자료: 일본 농림수산물 과채 통계(2013).

표 1 딸기 산지 랭킹, 수확량, 비율(2012)

랭킹	현	수확량 (톤)	비율 (%)
1	토치기 현	25,900	15.87
2	후쿠오카 현	18,000	11.03
3	구마모토 현	12,100	7.41
4	나가사키 현	10,600	6.5
5	시즈오카 현	10,500	6.43
6	아이치 현	10,100	6.19
7	사가 현	9,620	5.89
8	이바라키 현	8,620	5.28
9	치바 현	6,580	4.03
10	사이타마 현	3,790	2.32
11	그 외기타	47,410	29.05

주 1) 수확량의 단위는 톤, 점유율의 단위는 %임.

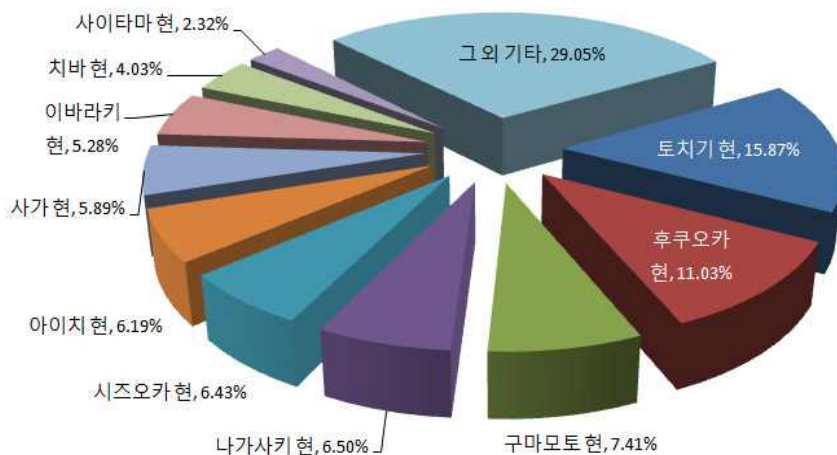
2) 2012년 현황을 토대로 2013년 발표된 자료에 근거함.

자료: 일본 농림수산물 과채 통계(2013).

으로, 시설 재배로의 전환이 온도 조절 및 농수 공급을 용이하게 하고 해충피해를 줄여 수분(受粉)을 촉진시킴으로써 고품질 생산을 가능하게 했기 때문이다.

그림 3 딸기 산지별 점유율(2012)

(단위: %)



자료: 일본 농림수산성 과채 통계(2013).

온실재배에서 딸기묘목을 심는 방법은 로우베드와 하이벤치(하이베드)유형 두 가지가 있다. 로우베드 유형은 땅으로부터 40~50cm 높이의 재배 베드를 만드는 방법이고, 하이벤치 유형은 지면으로부터 70~90cm 위의 벤치에 팜사(Coconut Fiber)나 토탄(Peat)³⁾과 같은 인공 흙 매체를 배치하고 거기에 묘목을 심는 방법이다. 전통적으로 일본의 농부들은 초기 자본 비용이 더 적은 베드유형의 시스템을 주로 사용했다. 그러나 수동적인 관리나 노동을 덜 요구하는 벤치유형을 도입하는 농가가 크게 증가하는 추세다. 과육이 연하고 부드러운 일본 딸기의 특성 상 재배 및 포장 단계까지 열매를 보호하는 과정이 까다롭고 많은 노동이 필요하기 때문이다. 따라서 현재 이러한 베드유형의 단점을 극복하고 품질을 개선하기 위해 한국 농가에서 다양하게 변형하여 시도하고 있는 다단베드 시스템이나 삼각베드 시스템 등의 도입을 긍정적으로 검토하고 있다.

3) 수목질의 유체가 분지에 두껍게 퇴적하여 물의 존재 하에서 균류 등의 생물화학적 변화를 받아 분해·변질된 것임.

그림 4 하이베드(벤치유형) 딸기재배



자료: 구글 이미지검색(검색어: 하이베드 딸기).

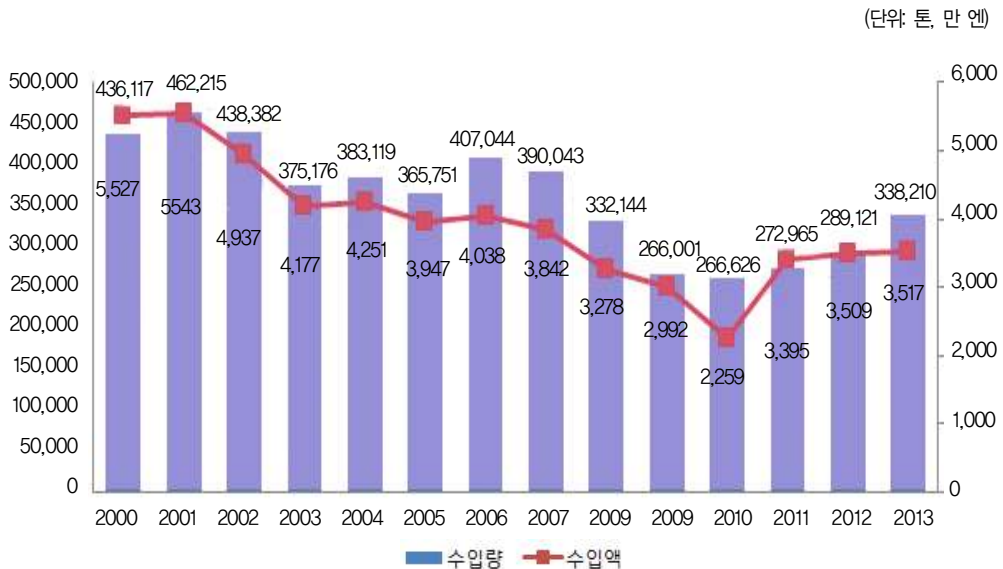
비록 가계소비량 점유율은 바나나, 귤, 사과 등에 비해 떨어지지만, 딸기는 일본에서 인기가 많은 과일의 하나이다. 현재 과일 시장의 약 3%에서 9%를 밀도는 수치를 꾸준히 점유하고 있다. 생산량은 대부분 가공되지 않고 소비되지만, 약 2%~3%는 가공 및 냉동을 위해 공장시설에 판매되고 있다. 일본 총무성의 가계소비지출통계에 따르면 2013년 2인 이상 가구의 딸기 소비량은 27.9kg로 2000년에 비해 30% 하락한 수치이다. 가계 소비액 또한 2000년에 비해 33% 줄어든 3,287엔에 그쳤다. 이러한 추세는 1인당 과일 소비와 지출이 꾸준히 줄어든 영향으로 보인다. 특히 이는 일본이 OECD 선진국에서 하루 평균 과일 소비량이 가장 낮은 국가로 하루 평균 과일 소비량이 0.27kg인 미국의 거의 반 정도인 0.14kg에 그쳐 전반적인 과일시장 규모의 감소 때문이라고 할 수 있다. 비록 과일 그대로 섭취하는 양은 계속해서 감소하고 있지만, 디저트나 간식, 가공식품으로 가공되거나 냉동되는 딸기의 양은 꾸준히 유지되고 있다. 그러나 음료나, 간식, 잼, 케이크 등에 사용되는 딸기는 가격 경쟁력이 있는 수입 딸기를 사용하는 업체도 많다.

2.2. 수출입

딸기는 본래 겨울철 과일이기 때문에 비생산기인 7월에서 11월의 케이크나 가공식품 제조는 수입딸기로 수요를 충족시켜왔다. 따라서 수입딸기의 80% 이상은 주로 가공식품이나 2차 가공을 위해 소비된다. 일본이 주로 수입하고 있는 딸기는 미국산으로 전체 수입량의 98%를 차지한다. 미국산 딸기는 모양이 예쁘고 비교적 단단하며 과육 유지기간이 긴 편으로 인기가 있다. 또한 수입 가격이 비교적 싸지만 열매의 크기가 커 앞으로 도 장식용 딸기 등으로 수요가 꾸준할 것으로 예상된다. 현재 매년 미국에서 수입한 딸기의 양은 3,300톤으로 5년 넘게 이 수준을 유지하고 있다. 2014년 3,285톤으로 평년 수준을 약간 밑돌았지만 수입 단가가 상승한 탓에 수입액은 약 230만 달러를 유지하고 있다. 미국에서는 일본산 딸기와 차별화를 위해 열매 크기를 키우기 위한 연구를 진행 중이지만 우려의 목소리도 있다. 이외에도 일본은 멕시코 등 기후나 생산 요건이 다른 국가나 한국과 같이 지리적으로 가깝고 기후조건이 비슷한 나라에서 신선 딸기와 냉동 딸기를 수입하고 있다. 수입된 딸기는 잼, 유제품, 빵, 간식 등의 원료로 사용된다.

그러나 2014년은 일본으로 수입된 딸기의 약 50%가 중국으로부터 수입되었다. 중국산 딸기는 단위 가격이 1,989달러/톤으로 기존 수입량의 대부분을 차지하던 미국의 딸

그림 5 연도별 딸기 수입량 및 수입액



주: 수입량의 단위는 만 엔, 수입액의 단위는 톤임.

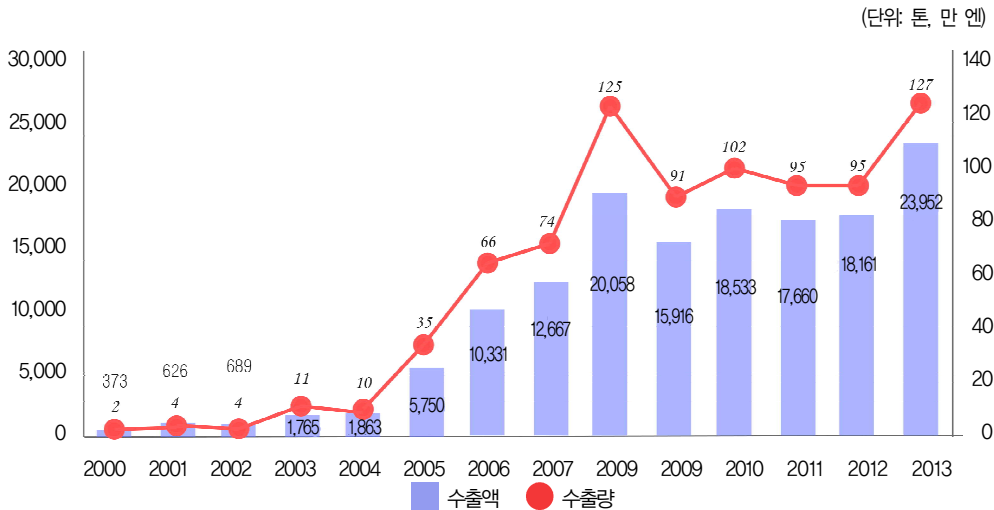
자료: 일본 재무성 무역통계(2013).

기 수입 가격이 2,840달러/톤인 것을 감안하면 가격 경쟁력이 있음을 알 수 있다. 이러한 이유로 현재 칠레, 이집트, 페루 등의 국가로부터 수입하는 냉동딸기의 양도 증가하고 있으며 상대적으로 미국과 한국 등 기존 국가의 시장 점유율이 계속해서 감소하는 추세이다.

일본 농림수산업성은 2013년 발표한 “일본 재흥전략 2020”⁴⁾을 통해 딸기를 비롯한 과일, 채소 등 농수산품의 수출을 1조 엔까지 늘리겠다고 발표했다. 이는 2014년에 비해 60% 증가된 것으로 정책적 지원 및 예산의 집중이 예상된다. 현재 일본은 유럽, 러시아, 동남아시아, 그리고 중동 지역을 주요 수출시장으로 선정하여 전략을 모색하고 있다. 일본산 딸기는 2014년 기준 205톤, 약 400만 달러가 수출되었으며, 85%는 홍콩, 12%는 타이완, 싱가포르와 태국은 각각 1%를 차지했다.

일본산 딸기는 맛을 증진시키기 위해 수확단계의 일정 시기에 재배하는 것을 원칙으로 하고 있다. 그러나 이 시기에 재배하는 것이 유통기한을 줄어들게 하는 요인으로 지목되기도 해 수출확대에 어려움을 겪고 있다. 또한 과육이 연하고 부드러운 점이 오히려 수출 시 관리와 유지가 어려워 약점으로 작용하고 있다. 이러한 문제점들을 개선하기 위해 정

그림 6 연도별 딸기 수출량 및 수출액



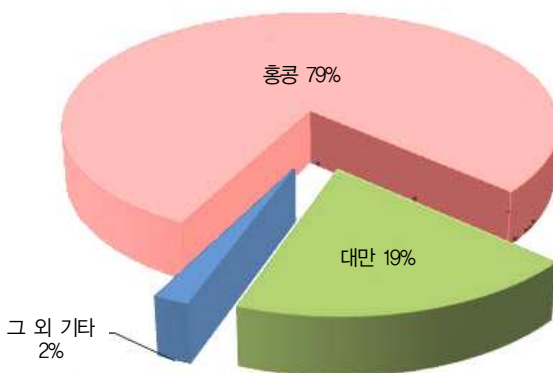
주: 수출량의 단위는 만 톤 수출액의 단위는 톤임
 자료: 일본 재무성 무역통계(2013).

4) 아베정권이 2013년 발표한 농산물 수출 진흥 전략으로 2020년까지 2010년 농림 수산물 · 식품의 수출 금액의 두 배 인 1조 엔 달성을 목표로 함.

부 차원에서 생산자, 연구자 간의 네트워크를 지원함으로써 유통 및 관리 방법뿐만 아니라 비교적 유통기한이 길고 과육이 단단한 재배종을 생산하기 위해 연구하고 있다.

그림 7 주요 딸기 수출국별 점유율(2013)

(단위: %)



자료: 일본 재무성 무역통계(2013).

2.3. 판매 및 유통

일본산 딸기와 수입산 딸기는 마케팅 목적으로 구분되는 때가 많다. 특히 우리나라와 비슷하게 딸기를 두 가지로 나누어 부르고 있는 것을 볼 수 있다. 주로 국내산 열매는 일본어 그대로 이치고(いちご)로 부르며 신선함, 달콤함의 이미지를 주는 반면 수입산을 주로 지칭하는 스트로베리(strawberry)는 초콜릿, 아이스크림, 케이크와 같은 가공식품이나 간식류의 이미지를 떠올리게 한다. 이러한 이미지 때문인지 국내산 딸기에 대한 수요는 전체 딸기 시장의 98%이상을 차지할 정도로 수입산에 비해 상당히 높다.

국내산 딸기에 대한 수요가 높은 만큼 국내 시장에서 지역 간 경쟁 또한 치열하다. 특히 지역마다 열매의 맛이나 사이즈, 필요한 노동력과 생산량, 병해충 등을 고려해 다양한 재배종을 도입하고 있다. 특색 있는 재배종을 생산한 후 유통단계에서 브랜드화를 통해 차별화 가치를 추가하고 있다. 예를 들어, 일본 딸기 시장의 32%를 점유하고 있는 유명한 토치기 딸기는 ‘토치오토메’라는 브랜드로 판매된다. 이와 유사하게 사가, 후쿠오카, 시즈오카 등지에서도 ‘사가호노카’, ‘아마오’, ‘베니호페’ 등의 이름으로 꾸준히 인기를 끌고 있다.

또한 도쿄 등 대도시의 상류층 마켓이나 백화점에 납품하기 위한 프리미엄 브랜드를 개발하고 있다. 이러한 프리미엄 상품 개발에는 현 정부 등 지역뿐만 아니라 생산자와 대기업이 합작한 기업형태의 공급자도 관여하고 있다. <그림 8>에서 볼 수 있듯이 흰색딸기나 ‘비진히메’라 불리는 보통 딸기 무게의 10배가 넘는 100그램 정도의 거대형 딸기가 그 산물이다.

그림 8 일본 거대종 딸기 ‘비진히메’와 백색딸기



자료: 구글 이미지 검색(검색어: 비진히메, 흰색딸기).

이러한 프리미엄 종들은 가격이 비싸고 주로 가계소비용 보다는 선물용이나 대내외 홍보용으로 사용된다. 우리나라와 마찬가지로 전통적으로 과일을 선물로 주고받는 문화가 존재하고 딸기의 좋은 이미지 때문에 공급자들의 다양한 마케팅 투자와 노력이 빛을 발할 수 있는 것이라 생각된다.

3. 기술동향

3.1. 크라운 가온 기술⁵⁾

딸기산업은 토경재배에서 고설재배로 전환이 계속 진행되고 있다. 고설재배는 재배기가 공중에 있어서 겨울에 배지 온도 저하에 의한 생육 지연이나 수량 저하를 초래

5) 관련 기술 자료 출처: 宮城県本吉農業改良普及センター, 2015, 「いちごクラウン加温技術導入マニュアル」, 宮城県本吉農業改良普及センター.

하는 결점이 존재한다. 이외에 기존 온풍 난방기를 사용하는 것은 원예시설의 공간 전체 온도를 높여 연료의 가온 손실이 매우 크다. 이러한 점에서 최근 딸기의 크라운(잘린 줄기 부분)을 직접 보존하는 보존기술이 주목받고 있다.

전열선 크라운 보존기술은 전열선이나 통수 튜브를 활용하여 딸기의 크라운만을 보존하는 기술이다. 성장점이 존재하는 크라운은 딸기에 있어 중요한 생리 현상이 발생하는 부위이다.

크라운 온도가 23℃ 이상으로 상승하게 되면 꽃망울 분화가 불안정하게 되며, 15℃ 이하로 떨어지게 되면 전엽 속도가 낮아져 꽃봉오리가 늦게 맺히거나 품질 저하가 발생한다. 따라서 온도 제어 장치를 설치하고 관리함으로써 크라운 온도를 15~23℃의 범위에서 제어하는 것이 바람직하다. 이러한 측면에서 크라운 가온 기술은 고설 재배의 한계를 보완하고 전체 난방으로 인한 고비용 문제를 해결할 수 있으며 많은 재배 수량을 안정적으로 확보할 수 있다.

기존의 크라운 가온 기술은 단상의 전열선을 딸기의 크라운에 1대 1로 접촉시켰지만 최근 개발된 크라운 가온 기술은 재배 공간 전체를 따뜻하게 할 수 있다. 또한 온풍기와 비교해 보았을 때 열효율이 뛰어나 효과적이고 안정적으로 생산량 유지를 도모할 수 있다. 이외에도 전열 온상용 자재를 활용하기 때문에 설치비용을 상당히 낮출 수 있다는 장점도 있다.

딸기의 축성 재배는 수확 기간이 11월부터 이듬해 6월까지 장기간이기 때문에 계속해서 꽃망울 분화를 유지하여 안정적인 출하를 도모하고 겨울철 풀로써 유지하는 것이 많은 수량을 확보하는 중요점이 된다. 미야기 현 북부에 위치한 게센누마 시의 경우 동쪽 해안 지방, 규슈와 한대 산지지역과 비교했을 때 상대적으로 빨리 겨울이 오고 기온이 급격히 떨어진다. 이러한 기후적 특성 때문에 꽃망울을 지속해서 분화시키고 흑한기 풀을 유지하는 것이 어렵다. 따라서 본고에서는 우리나라의 기후적 특성과 비슷한 환경의 미야기 현 게센누마 시의 실험을 통해 개선된 크라운 가온 기술을 소개하고 그 효과와 도입 가능성을 알아보고자 한다.

(1) 필요 시설

농업용 전열선, 온도 제어 장치, 알루미늄 증착 시트

(2) 생육 조사

1월 중순 조사 당시, 크라운 가온 구는 대조구와 비교해 풀키(+2.5cm), 잎자루장

(+1.4cm), 잎몸장(+0.9cm)이 되었다. 혹한기가 시작되는 11월 초·중순부터 단일 조건 하에 대조구의 풀키는 17cm이하까지 떨어졌지만, 크라운 가온 구에서는 19cm이상을 유지하고 풀 균단의 개선 효과도 확인되었다. 이러한 점에서 크라운 가온 기술은 혹한기의 풀대 유지에 효과가 있다고 할 수 있다. 첫 꽃송이는 크라운 가온구에서 개화가 1주일 정도 빠른 경향이 있었지만, 누계 개화 수에는 큰 변화가 없었다.

1월 말까지 크라운 가온구의 생육은 순조로웠지만 2월 이후부터는 일조량이 적어진 탓에 풀키가 대조구와 거의 비슷한 수준까지 떨어졌다. 이는 전기 사용량을 고려하여 권장 온도 23℃에서 17℃로 낮춘 영향도 있는 것으로 보인다.

12월 중순부터 1월 말까지 크라운 표면 온도의 평균은 대조구가 13.4℃, 크라운 가온구가 15.1℃ 이었다. 대조구의 크라운 표면 온도는 혹한기 야간에 최저 10℃ 까지 떨어졌지만, 크라운 가온구는 13℃ 부근에서 비교적 안정적인 수준을 유지했다. 전열선을 이용한 간이 장치를 이용한 저비용 실험이었음에도 충분한 보존 효과를 볼 수 있는 데에서 도입 가능성을 확인할 수 있었다.

그러나 실험 시작 당시 목표로 하는 15℃~23℃의 온도 범위를 지속적으로 제어하지 못한 부분은 위 실험의 한계로 앞으로 도입에 있어 전열선과 크라운과 거리 등의 조정이 필요하다.

(3) 경비 조사

위 실험에 사용한 크라운 가온 설비 설치의 초기 비용은 자재비가 약 17만 4,128엔/10a이었다. 일반적인 통수 튜브를 사용한 크라운 가온 설비의 도입에는 약 150만 엔/10a 필요한 것을 감안하면 자재비가 약 10분의 1로 줄어들었음을 알 수 있다. 소규모 농가에 도입이 가능한 전열선을 이용한 크라운 가온 간이법은 초기 비용을 훨씬 더 절약할 수 있다. 대조구 등유 요금과 크라운 가온구의 전기 사용량이 포함된 운영비용은 크라운 가온구가 17만 1,554엔/10a, 대조구가 18만 4,796엔/10a로 작은 폭이나마 절약할 수 있었다.

또한 후쿠오카 현(福岡縣) 농업종합시험장은 저렴한 자재비로 간단히 설치할 수 있는 간이 시스템을 개발했다. 시험에서는 국부가온을 실시하지 않는 관행재배에 비해 난방비를 70% 절감하여 10a당의 자재비는 약 17만 엔이며, 약 11시간에 걸쳐 설치가 가능하다.

동 농업종합시험장은 전열선으로 가온하여 크라운부의 온도를 21℃로 가온, 하우스 내를 4℃로 관리하는 재배법을 확립하였다. 이 방법은 하우스 내를 10℃로 관리하는

관행재배보다 난방비를 약 60% 낮출 수 있다는 것을 실증했다. 단, 종래의 시스템에서는 전열선을 직접 딸기의 원주에 접촉시키기 때문에 2조 심기의 경우, 전열선이 2개가 필요하며, 원주에 전열선을 접촉시킬 필요가 있어 작업의 번잡함으로 설치하는 데 시간이 많이 소요된다.

그러나 새로 개발한 간이 시스템에서는 2조 심기의 전열선을 설치하기 위해 절반인 1개가 소요된다. 나아가 열전도가 높은 알루미늄 증착 시트를 전열선과 원주에 접촉하도록 깔고, 그 위를 검은 멀치(mulch)로 덮는다.

실증 시험은 11월부터 다음해 3월까지 두 시즌 실시했다. 종래 시스템과 수량, 품질은 모두 동일했다. 전열선의 가온 시간은 종래 시스템의 1.5배로 늘어났으나, 전열선이 절반만 필요했기 때문에 전기요금은 25% 감소했다. 하우스 내를 난방하기 위한 기름 값을 합치면, 관행재배보다 난방비를 70% 절감할 수 있다. 알루미늄 증착 시트로 배지도 따뜻하게 유지되어, 크라운부의 가온효과도 높일 수 있다.

자재비 10a당 약 17만 엔은 종래 시스템의 약 절반이며, 전열선과 함께 온도제어장치도 절반이 소요되기 때문이다. 전열선이나 온도제어장치는 5년, 알루미늄 증착 시트는 2년 사용이 가능하므로 투자 금액을 절감할 수 있다. 또 전열선을 원주에 직접 접촉시킬 필요가 없기 때문에 설치가 간단해진다. 10a 약 11시간의 설치 소요 시간은 종래 시스템 방식으로 주마다 전열선을 고정한 경우에 비해 약 4분의 1이다. 동 농업종합시험장은 보다 섬세하고 치밀한 적정관리를 할 수 있다면, 가온 효과와 함께 10a 당 5톤 수확도 가능하다고 보고 있다.

위 실증실험들을 통해 알 수 있는 것은 크라운 가온 기술은 기존 방법에 비해 전열선을 폴 사이 중앙에 한 선만 사용하기 때문에 기본 전력과 도입 비용이 절반 수준이며 딸기의 크라운에 직접 고정하지 않기 때문에 설치 시간이 4분의 1 수준으로 줄어든다. 또한 딸기 열매 재배나 관리 시 연장에 의한 전열선 파손 가능성이 매우 적다는 장점이 있다.

비록 과실 품질 향상, 꽃 달림 수의 증가 등의 효과는 나타나지 않았지만, 혹한기의 풀대 유지에 효과가 있었고 시판 전열 온상용 자재를 활용하여 기본 건설비를 대폭 경감할 수 있고, 안정적이고 저비용 설비를 이용하기 때문에 설치 및 철거가 매우 간단하다. 하지만 앞으로 도입하기 위해서는 권장 온도를 유지하는 데 드는 전기 사용량과 대규모 시설 도입 시 사전 계약 등의 재검토가 이루어져야 한다.

3.2. 테이프 히터 기술⁶⁾

일본의 야마구치 현 농림종합기술센터는 딸기재배의 난방비를 대폭적으로 절감할 수 있는 ‘테이프히터’를 개발하였다. 전기가 통하는 발열금속제의 테이프를 딸기 크라운 부분에 밀착시켜 설치하며, 무가온 재배에서도 가온재배와 같은 정도의 생육이 가능하다. 테이프히터의 사용전기세는 가온재배의 연료비에 비해 절반 이하로 충분하다. 테이프의 성질을 갖기 때문에 다루기 쉬우며 장소에 제약이 없는 이점이 있다.

이 기술은 현 내의 민간기업과 공동개발로 개발되었으며 딸기의 크라운부위를 국소 가온하기 때문에 하우스 전체를 난방하는 가온재배만큼 따뜻한 환경을 만들 수는 없지만, 충분히 생육을 촉진시키고 수량도 향상시킬 수 있다. 테이프히터는 히트펌프 등에 비해 보다 간편하고 비용이 저렴한 방식으로, 크라운부의 온도조절이 가능한 구조이다. 미야기 현의 실험을 통해 도입 가능성과 장점을 살펴보도록 하겠다.

(1) 필요사재

테이프 히터, 온도 제어 장치, 러너 핀

(2) 생육 조사

1월 중순 조사 당시, 테이프 히터 구는 대조구에 비해 풀키(+4.5cm), 잎몸장(+0.7cm), 잎자루장(+3.8cm)이 되었다. 11월 초중순부터 단일 조건 하에 대조구의 풀키는 17cm 이하까지 줄어들었지만, 테이프 히터 구에서는 18cm 이상을 유지할 수 있었다. 크라운 가온 기술 간이법 실험에 비해 더욱 명확한 풀대 개선 효과가 확인되었다. 따라서 테이프 히터는 흑한기 풀대 유지에 매우 효과가 있다고 할 수 있다. 첫 꽃송이는 크라운 가온 기술 간이법과 마찬가지로 테이프 히터 구에서 약 1 주일정도 개화가 빨라지는 경향이 있었지만, 누계 개화 수에는 큰 변화가 없었다.

그러나 테이프 히터 구는 크라운 가온 기술 실험과 마찬가지로 온실 난방 온도를 17℃로 내렸음에도 불구하고, 1월 말 풀키가 30cm이상까지 자라 풀대의 수량 및 성장 유지에 탁월한 효과가 있음을 알 수 있었다. 꽃봉오리의 개화가 늦어지는 현상도 나타나지 않았다. 하지만 테이프히터를 이용해 크라운 가온을 할 때, 과잉 영양 등으로 오히려 품질에 악영향을 주지 않도록 온도의 미세 조정 및 조명 시간 조절이 관건이다.

6) 관련 기술 자료 출처

宮城県本吉農業改良普及センター. 2015. 「いちごクラウン加温技術導入マニュアル」. 宮城県本吉農業改良普及センター, 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター 園芸工学研究部. 2009. 「次世代型イチゴ生産システムの提案」. 農業・食品産業技術総合研究機構.

앞으로 테이프히터 기술은 상대적으로 겨울이 길고 추운 강원도 지방을 중심으로 한
혹한기 대비 기술로 탁월한 효과가 있을 것으로 보이며, 조명 시간 단축, 온풍 난방기
의 설정 온도를 낮추는 등 사용 방법의 개선을 통해 생산 비용 또한 추가적으로 절약
할 수 있을 것으로 기대된다.

(3) 경비 조사

실험에 사용한 테이프히터 설비 설치의 초기 비용 중 자재비만으로 114만 8,075엔
/10a이 소요되었다. 일반적인 통수 튜브를 사용한 크라운 가온 설비의 도입에는 약 150
만 엔/10a이 필요로 되기 때문에 다소 저렴한 가격으로 테이프히터를 도입할 수 있음
을 알 수 있다. 대조구의 등유 요금과 테이프 히터구의 전기 사용량을 비교해 11월부터
1월까지의 운영비용을 추산해보면, 테이프 히터구는 9만 1,038엔/10a, 대조구는 18
만 4,796엔/10a 로 테이프 히터구의 비용이 대조구의 절반가량임을 알 수 있다. 따라서
열효율이 뛰어난 보존 방법임을 확인할 수 있었다.

위 실험을 통해 테이프히터 기술은 전열선을 크라운에 밀착시키기 쉽고, 임의적인
부분을 가온하는 것이 가능하기 때문에 전기 사용 비용이 절반만 든다는 것을 알 수
있다. 또한 혹한기 풀대 및 풀키 유지에 효과가 있고 기존 크라운 가온 설비보다 초기
비용 및 시설 설치비용이 적게 든다. 테이프히터를 이용하면 크라운에 보다 넓은 접지
면적으로 부착하여 안정적인 가온이 가능하고 열효율이 뛰어나 운영비용을 상당부분
절약할 수 있고 조명 시간 단축, 온풍난방 연료비 절감도 기대할 수 있다. 하지만 기존
크라운 가온 기술과 마찬가지로 과실 품질 향상이나 꽃 달림 수의 증가가 확인되지
않아 이 부분에 연구가 계속 진행되어야 할 것이다.

3.3. 애그로봇(Agrobot)⁷⁾

딸기의 재배와 수확은 지금까지 기본적으로 수작업으로 이루어져 왔다. 그러나 딸
기는 수확 기간도 다른 농작물이나 과일에 비해 약 반년정도 더 길고 출하까지 많은
시간과 노력을 필요로 한다. 따라서 일본 농림수산성의 지원을 받아 농업식품산업 중
합기술 연구소는 민관협력연구를 통해 딸기 농가의 부담을 줄이기 위해 세계 최초로
딸기 수확 로봇을 개발했다.

7) 관련 기술 자료 출처: 일본 농림수산성 딸기 채집 로봇 관련 페이지(http://www.maff.go.jp/j/pr/aff/1106/mt_news_02.html).

3.3.1. 딸기 수확 로봇

딸기는 재배에서 출하까지 10a당 2,000시간이 걸려 벼농사의 약 70배의 시간이 걸릴 만큼 많은 시간이 든다. 그 중 1,000시간은 수확하고 매장에 납품하기 위해 껍에 넣는

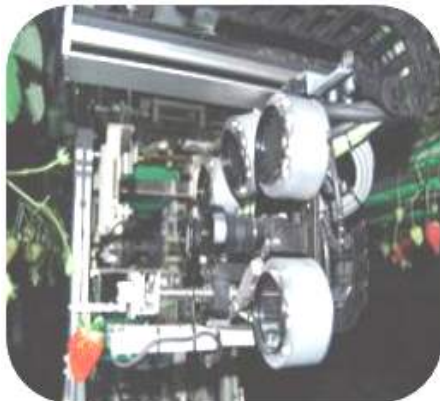
그림 9 딸기 로봇 (Strawberry Robot)



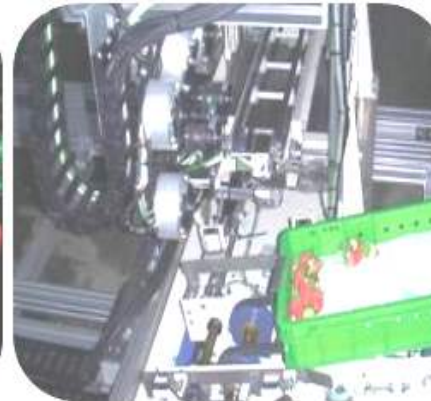
로봇 본체와 하우스 사이를 이동하기 위한 주행 부. 로봇은 지상보다 높은 위치에서 딸기를 재배하기 때문에 높이 설정이 필요하다. 과일 한 개 당 걸리는 수확시간은 9초이다.



로봇에 장착된 LED조명과 3대의 카메라 그리고 채집핸드이다. 채집할 과일의 숙성도 설정은 수확로봇에 탑재된 PC로 간단하게 설정할 수 있다. 로봇은 영상 처리를 실시하고 수확 시 과실의 크기도 알 수 있기 때문에 추가 프로그램을 통해 큰 과일만 채집이 가능하다.



과일의 색상, 숙도를 판정하여 줄기를 절단, 품종에 따른 과일의 색상 차이, 착색 정도를 확인할 수 있는 프로그램을 조정하여 사용 가능하다.



수확한 딸기는 순차적 트레이에 수납된다. 트레이가 가득 찼을 경우 자동으로 다음 트레이가 준비된다.

자료: 일본 농림수산성 홈페이지(<http://www.maff.go.jp/>).

작업에 소요된다. 따라서 수확 케이스에 포장하여 출하하는 작업은 딸기 농가에 큰 부담이 되고 있는 실정이다. 특히 수확 작업은 전체 근무 시간의 25%를 차지하고 있으며, 이 작업의 간소화와 기계화가 가능한 빨리 이루어져야 함을 일본 정부는 앞서 인식했다. 따라서 독립법인 농업·식품산업기술 종합연구기구 생물계특정산업 기술연구 지원센터와 일본의 시부야 정기(주)는 공동으로 딸기 수확 작업 효율화를 도모하기 위해 딸기 수확 로봇 개발에 착수, 세계 최초로 실용 로봇의 완성에 성공했다.

로봇은 하우스의 레일 위를 이동하면서 딸기를 뽑는다. 로봇 본체는 3대의 카메라, LED 조명, 과일 채집핸드와 트레이로 이루어져 있다. 양쪽의 카메라 두 대가 과일의 실제 위치와 색상·속도를 판정한다. 중앙의 카메라가 과일의 속도나 당도를 나타내는 효과 무늬를 찾고 절단 위치를 결정하여 채집핸드로 절단 후 트레이에 수납한다. 화상 처리 장치의 탑재로 딸기의 착색 정도를 자동 판별 할 수 있고, 수확 적기의 열매만을 선택하여 수확 노력을 줄일 수 있다. 효과 무늬를 판별하고 가지를 절단하는 기구가 모두 한 로봇에 탑재되어 과일에 손대지 않고 가지만 절단하기 때문에 과일 손상의 감소를 기대할 수 있다.

로봇이 작동하는 것은 사람이 일하지 않는 야간이다. 로봇은 사람에 비해 조명 조건이 안정적이기 때문에 과일을 쉽게 찾을 수 있다. 또한 야간에는 과실의 온도가 낮기 때문에 스크래치 등의 품질저하가 이루어 질 수 있기 때문에 사람의 반복적인 노동보다 로봇의 섬세한 채집핸드가 더 유리할 수 있다.

그러나 현재 딸기 수확 로봇이 정확하게 수확 할 수 있는 것은 성숙한 열매의 약 60%에서 65%이다. 수확하는 과일의 주변에 미숙 과실이 겹쳐 있고, 로봇이 볼 수 없는 열매가 숨어 있거나하는 경우는 그대로 남기 때문이다. 특히 겹친 과일을 판정하는 프로그램은 개발이 어려워 현재 계속 연구 중에 있다. 수확하는 과일의 주변에 미숙한 과일이 겹쳐있는 경우에는 무리하게 열매에 상처를 내거나 채집하지 않도록 연구하고 있다.

현재 소위 딸기 로봇은 농가의 딸기 하우스에서 실증 시험을 반복하고 상용화를 준비하고 있다. 농민의 수확 노동을 줄이고 과일 손상 감소 뿐 아니라 미래의 과일 수확 데이터를 축적할 수 있어 재배 모니터링이 가능하다는 큰 장점이 있다. 또한 소비자는 생산자, 수확 시간, 장소 등 정확한 추적 정보를 얻을 수 있어 품질과 공정에 대한 신뢰도를 기반으로 안심하고 소비할 수 있다.

실제 실증 포장길이 36m의 고설 재배 베드에서 2007년 3~5월에 수확 실험을 실시한 결과, 수확 적기 과실의 수확 성공률은 51~69%였다. 딸기는 수확 시기마다 열매의

상태가 다르기 때문에 수확 적기 직전에서는 항상 높은 수확 정밀도를 유지하는 일이 어려운 것으로 판명되었다. 아직까지는 로봇이 수확하지 못한 과실을 생산자가 낮에 수확하는 협동작업 체계를 전제로 로봇의 콤팩트화, 저 비용화를 연구하고 있다. 또한 로봇의 고성능화를 위한 접근으로서 장애물이 적은 방향에서 과일에 접근하는 방법 등도 병행하여 연구하고 있다.

3.3.2. 선별·팩들이 로봇

딸기 생산 근로 시간의 약 30%를 차지하는 출하 노동의 효율화를 도모하기 위하여 자동으로 계급을 선별하는 시설을 도입하고 있다. 이 자동 선과 시설은 과실 질량 및 당 산도를 측정하고 선과 하는 비파괴 품질측정 장치를 갖추고 과실을 손상없이 이송하기 위해 기존의 팩과 달리 유연한 소재를 이용한 수송용기가 사용된다.

기존 자동화장치에서 작업자는 주로 컨베이어벨트 과일 투입부에서 과실을 선과 라인 수송 용기에 올리는 작업과 과실 집적 컨베이어에서 각 계급에 편성된 과실을 출하 용기에 담아 마무리하는 작업을 한다. 선과 장치의 처리 속도는 3 과실/초이며, 팩들이 작업의 능률이 기존 16~19팩/h·명에서 26.2팩/h·명까지 향상됐다고 보고된다. 그러나 접시 포장작업은 여전히 수작업이기 때문에 완전 자동화와 인건비 절감이 해결되어야 할 과제였다.

민간업체와 연구기관은 선별된 과실을 반송용기에서 집어 출하용기에 넣는 접시포장 로봇을 개발목표로 상정하고 연구해왔다. 우선 과실을 손상 없이 처리하기 위하여 용기 상에 수평으로 놓인 과실의 끝을 흡착하는 로봇을 기본 콘셉트로 정했다. 딸기는 이 시스템을 도입함으로써 접시 포장 작업의 자동화가 이루어졌고 도입하는 농가나 업체 또한 매년 증가하는 추세다. 출하 시 소프트 팩으로 출하하도록 하고 목표 처리 시간은 과실 1과당 3초, 1시간에 40팩 이상을 목표로했다. 이를 위해 현재는 선과 라인의 작업 체계를 고려하고 화상 처리를 이용하지 않고 과실의 방향을 맞추고 로봇에 공급하는 시스템을 개발하기 위해 연구 중이다.

과실의 품질 데이터를 기반으로 한 계급 선별 장치가 일부 산지에서 사용되고 있지만 형상 등에 근거한 등급 선별은 숙련자에 의한 검토 작업을 통해 보완되고 있다. 따라서 화상 처리에 의한 큰 형과와 정상을 식별하는 기술을 연구하는 동시에, 미숙한 과실이 섞이는 것을 방지하기 위해 출하 가능한 착색 정도를 정확하게 식별하는 기술도 병행하여 연구하고 있다. 또한 전용 포장 용기와 팩을 정렬하는 작업의 자동화도 실현하여 소프트웨어 개발을 통한 과실의 처리 및 포장 기술 개발을 계속 진행 중이

다. 이러한 딸기 수확 및 선별 로봇 기술은 에히메 현의 실증 농원과 추코쿠시코쿠 농림기술원을 중심으로 개발 중이다.

4. 결론 및 시사점

일본 농림수산성과 지방 정부는 과수농가의 병충해와 자연재해로 인한 위험부담을 최대한 줄이고 소득 안정화를 지원하기 위해 보험과 보조금 등 다양한 정책적 지원을 하고 있다. 보조금과 시장 수급 및 가격 안정화 정책은 시장 가격의 급락으로 인한 농가의 피해를 예방하고 딸기 농가의 시장 진출 위험을 줄이고 있다. 이 뿐만 아니라 기존 정책을 확대 시행함에 있어 개정이 이루어져 딸기 산업을 비롯한 과수 농가의 생산 효율화와 농업 구조 전반에 대한 구조 조정을 추구하고자 했다. 또한 수출 확대 전략을 농가로부터 제안 받아 운영하는 시스템을 통해 정부지원자금의 효율화를 도모했다.

이러한 정책적 지원뿐만 아니라 일본은 현재 딸기 산업의 자동화와 과학 기술화에 앞장서고 있다. 품종 개량을 통해 개발한 흰색 딸기는 맛과 품질이 우수해 세계적인 주목을 받고 있으며 선물용이나 관광 상품용으로 국내외 수요가 크게 증가하고 있다.

또한 일본의 딸기는 거의 모든 농가가 온실시설을 이용해 재배하고 있기 때문에 에너지 효율 문제가 항상 대두되었다. 이를 해결하기 위해 딸기의 성장점이 존재하는 크라운 부를 직접 가온하여 에너지 비용 및 시설 설치비용을 줄이고 열매를 더 잘 키울 수 있는 환경을 만들었다.

품질과 수확량의 안정성을 개선한 기술은 여전히 많은 노동력과 시간을 필요로 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 일본의 민간 기업과 연구소는 재배시스템을 완전 자동화하는데 성공했다. 기존 컨베이어벨트를 이용한 시스템에 여전히 많은 인력과 전력이 소모되는 것에 주목하여 과일 채집부터 포장까지 로봇화 시스템을 도입, 상용화를 시험하고 있다. 앞으로 로봇기술을 활용한 딸기 재배 및 유통이 이루어지면 농민은 노동력 절감뿐만 아니라 재배 전 단계에 걸쳐 정보를 얻고 축적할 수 있어 앞으로 재배과정의 효율화는 더욱 가속화 될 것으로 보인다. 일본 농림수산성을 비롯한 중앙정부는 스마트농업 시대에 효율적인 재배, 품질 차별화를 위한 딸기 로봇 기술 등의 최첨단 기술 도입과 상용화 연구를 지원함으로써 농가의 부담을 줄이고 선진기술을 해외로 수출하겠다는 계획이다.

세계시장과 비교해 보았을 때 일본에서 딸기 가격은 높은 편이다. 이는 딸기에 대한

수요를 감소하게 하는 원인으로 지목돼 공급 관리, 관세 등에 대한 정책적 노력이 계속되어야 함을 시사한다. 그러나 크라운 가온 기술의 개발이나 딸기 로봇 등 선진과학기술과의 융합을 장려하고 스마트 재배시설을 양성하는 정책은 우리나라뿐만 아니라 원예시설농가가 존재하는 세계 다른 나라에 좋은 선진사례로 자리할 것이다.

참고문헌

- 日本財務省. 2013. 「日本貿易統計」. 財務省.
- 日本總務省. 2013. 「家計消費支出統計」. 總務省.
- 日本農林水産省. 2013. 「果菜統計」. 農林水産省.
- 日本農林水産省. 2013. 「生産農業所得統計」. 農林水産省.
- 日本農林水産省. 2016. 「野菜をめぐる情勢」. 農林水産省.
- 宮城県本吉農業改良普及センター. 2015. 「いちごクラウン加温技術導入マニュアル」. 宮城県本吉農業改良普及センター.
- 農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター 園芸工学研究部.
2009. 「次世代型イチゴ生産システムの提案」. 農業・食品産業技術総合研究機構.
- Kenzo Ito, John Dyck. 2010. 「Fruit Policies in Japan」. USDA.
- Nobuko Sugimoto. 2015. 「Strawberry Market Situation」. USDA.

참고사이트

- 일본 재무성 홈페이지 (<http://www.mof.go.jp/>)
- 일본 재무성 무역통계 페이지 (www.customs.go.jp/toukei/info/)
- 일본 농림수산성 홈페이지 (<http://www.maff.go.jp/>)
- 일본 농업식품산업종합기술 연구 기구 (<http://www.naro.affrc.go.jp/>)
- 일본 토치기현 홈페이지 (<http://www.pref.tochigi.lg.jp/>)
- 일본 농업신문 (<http://www.agrnews.co.jp/>)