

일본에 있어서 농산물 유통 기술의 현황과 전망

일본 농림수산성 식품종합연구소

식품 공학 부장 岩元 睦夫

서 언

일본에 있어서 청과물 유통이 본격적으로 행정의 대상이 되어 중요성이 인식된 것은 1960년에 과학기술청 자원 조사회(현, 과학정책 기술 연구소)에서 제출된 「식생활의 체계적 개선을 참고하기 위한 음식물 유통 체제의 근대화에 관한 권고」 소위, 「콜드 체인 권고」이래로서, 당시로서는 전혀 새로운 개념이었던 저온 유통 기구(Cold chain 시스템)가 그후 급속히 보급된 상황으로부터 알수 있듯이 이 권고가 가져온 역할은 지대한 것이었다고 할수 있다.

당시는 고도 성장 경제를 거쳐 국민 소득이 증대함에 따라 식생활에는 질적인 변혁이 요구된 시대이었다. 또 도시로의 인구 집중에 대처하기 위해 청과물의 유통 규모가 양적으로나 거리적으로도 확대된 시대이었고, 더욱이 농촌에 있어서의 노동력 부족에 기인된 선과, 선별시설, 저장시설, 예냉 시설등 출하 유통시설에 있어서도 기계화, 대형화가 진전된 시대이기도 하였다.

이러한 청과물 유통의 수요 확대에 따라, 행정부는 구조 개선 사업등 각종 보조사업을 통하여 산지의 기반 정비를 시도하였다. 덧붙여서, 대학에도 유통 관련 연구 분야가 충실시 되어 원예학회, 농업기계학회, 농업 시설학회, Cold chain연구회(현, 日本食品低温保藏學會)등 학회에 있어서의 학술적인 연구 활동이 활발해짐에 따라, 일본 독자적인 유통기술이 확실히 정착되어 갔다. 유통기술은 청과물의 부가가치 향상을 위해 필요한 것으로서, 정말로 그 효과를 기대하기 위해서는, 기술은 단순히 기계·설비의 효율면으로뿐만 아니라 대상이 될 농산물 자체의 특성에 적절한 것이 아니면 안된다.

그 때문에 청과물의 유통기술 개발에는 농산물의 특성을 확실히 하기 위한 농학이나, 기계장치를 설계하기 위한 공학등 광범위한 전문분야의 협력이나, 기초와 응용의 연계등 새로운 형식의 학문적 시도가 필요해서

學際的 지식의 집약이 필요하다. 유통기술의 선진국인 미국에 있어서는, 대학과 농무성 시험장과의 제휴에서 보이듯이 기초 연구로부터 보급까지를 분담하는 체제가 정비되어 있어 일본에 비해서 생산부터 유통까지 일관된 체제로서의 연구개발 방식이 발달하고 있다.

이러한 관점에서 농산물 유통기술 연구회는 일본에 있어서 유통기술의 연구 개발에 참여하여 횡적으로 전문 분야의 연구자나 기술자끼리의 정보 교환의 기회를 제공할 목적으로 1979년에 발족된 것으로 올해로서 13년을 맞는다. 연구회는 매월 강연회 개최 및 회보 발행, 年 수차례 현지 검토회, 매년 年報 발행등의 활동을 통해서 착실히 성과를 올리고 있다.

본 발표에서는 일본에 있어서의 농산물 유통기술에 관하여 주로 과거 10년간의 동향을 객관적으로 리뷰함과 동시에 금후의 전망에 대해 논하고저 한다.

예냉기술

예냉시설이 본격적으로 보급된것은 1970년의 「청과물 저온 출하 체제 정비사업」으로 된 농림 수산성이 실시한 각종 조성 사업이 있고 난 뒤 부터이다. 오일 쇼크의 영향을 받은 1974년에는 전년의 실적을 밑든 이래, 순조롭게 보급이 되어 1986년의 예냉시설 설치 수는 전국 1600개소를 웃돌 정도였다. 예냉방식별로는 강제 통풍식 62.5%, 차압통풍식 25.9%, 진공식 11.0%, 냉수식 0.6%로 분류되어 진다. 특히 1978년부터 시작된 「야채 수송 합리화 추진 사업」 이후의 시설정비는 엄청났었는데 전체 시설의 81.5%가 이 사업 이래로 보급된 것이다.

예냉시설의 도입 당초는 거의 모두가 미국 캘리포니아의 모방에 가까운 것이었지만, 최근은 일본 독자적인 발상에 근거를 둔 특징있는 시설의 개발도 진행되고 있다. 예냉시설은 당초 長野縣이나 群馬縣과 같은 여름철 고냉지 야채 산지에 있어서 선도 유지 대책으로서 보급되었다. 당시의 예냉시설은 강제통풍식이 주체였지만, 강제통풍식으로 된 것 중에서도 그냥 저온 저장고를 이용한 실내 예냉처리만을 한 것들도 많다.

최근 경향으로서 長野縣이나 群馬縣과 같은 예냉 선진縣 이외에도 東北 지방이나 九州지방과 같은 원적 산지에 있어서도 보급이 진행되고 있고 이러한 시설의 대부분은 공동 출하용의 대형시설이다. 또 京阪神(교오또오,

오사카, 코오베)지방의 도시 근교 산지에 있어서도 원격 산지의 예냉품과의 품질 경쟁에서 싸워 이기기 위해서 예냉시설이 도입되어 있어 이 경우는 농가가 개별적으로 소유한 비교적 소형시설이 많다.

1978년에 시작한 농림수산성 보조 사업인 「야채 수송 합리화 추진 사업」을 계기로 차압통풍식 예냉고가 출현하게 된 것은 특기할만한 사실로서 차압통풍식은 요즘 설치되고 있는 시설 총수의 25%를 넘고 있다. 차압통풍식은 강제 통풍식의 예냉시간이 하루쯤 걸리는 결점을 고치기 위해 개발되어 모든 농산물에 적합하기 때문에 소량다품목 생산형 産地를 중심으로 급격히 보급되었다.

차압통풍식에는 단불상자속에 도입된 냉풍이 産物과 직접 접촉하기 때문에 예냉시간을 5시간 내외로 크게 단축시킬 수가 있다. 냉풍의 순환을 용이하게 하기 위해 중앙흡인식, 터널식, 벽면흡인식등 여러가지 형식의 시설이 개발되어 있다. 최근에는 예냉고와 자동창고가 一體가 되어, 작업자가 예냉고에 들어갈 필요없는 입체 자동 차압 예냉시설도 가동되고 있다.

상업 규모로서 처음 진공식이 도입된 것은 1973년인데 획기적인 기술로서 보급되었다. 진공식은 다른 방식에 비해 예냉속도가 아주 크고 수증기 투과성이 있는 포장재료라도 포장한 채로 예냉이 가능한 특색이 있어서 양상차 예냉을 중심으로 보급되어 왔다. 그러나 시설비와 동시에 가동비가 비싸고, 또 結球度가 약한 업체류 이외의 작물에는 적합치 않고 범용성이 모자라고 예냉비용이 많이 드는 결점이 있어서 예냉비용을 저하시킬 여러가지 시스템이 개발되어 일부 실용화 되고 있다.

예를 들면, 일부 산지에서는 바쁜철이 지나면 진공 예냉장치를 건조야채 제조용의 건조기로서 이용하여 가동율을 높히려는 연구가 시도되고 있다. 과거, 산지간을 이동시키면서 이용한 可搬式 시설도 개발되었지만 고압가스 단속법등과 관계가 있어 널리 보급되지는 못하였다.

비용의 대부분을 차지하는 cold trap形 냉동기의 전력비를 절약하기 위해 브라인 쿨러와 브라인 탱크의 밸런스를 배려하여 保冷庫와의 겸용을 꾀함과 동시에, 야간전력을 이용한 축열식 진공 예냉 장치가 실용화되는등 최근은 에너지절약形 시설도 보급되고 있다. 더우기 미국에서는 널리 보급되고 있는 진공식과 냉수식을 결합시킨 hydro vacuum cooling이라고 불리는 범용성이 높은 진공예냉법도 연구되어 효과도 실증되어 있으나 일본에서는 실용화에 이르지 못하고 있다. 냉수식은 北海道 농협이

스위트콘의 예냉에 침지식 시설을 쓰고 있을 정도로 그 보급율은 극히 낮다. 그러나 당근, 무우, 파등과 같이 출하에 때 맞추어 지하수를 써서 세척한 작물에 대해서는 결과적으로 냉각효과도 크다. 냉수식이 보급되지 않는 이유는 물에 젖는 것이 유통중의 문제인데, 포장양식의 개선등 해결해야 할 문제점이 많다. 냉수식은 냉각속도가 크고 에너지 절약형이어서 예냉비용도 적게드므로 금후 보급이 기대 된다.

저장기술

예냉이 주로 수확 직후의 품질유지를 대상으로 하고 있음에 대해서, 저장은 수일 내지 수개월에 달하는 폭넓은 기간을 대상으로 한 품질유지 기술이다. 과실로서는 감귤류, 사과, 키위푸르츠, 감, 20세기 배등이, 또 야채로서는 감자, 양파, 마, 고구마등의 근채류를 대상으로 여러가지 저장 기술이 이용되어 왔다. 그러나 과실은 일년에 한번 생산된 후 저장되어 소비기간을 연장할수 있는등 장점이 기대되지만 대부분의 야채는 端境期 대책으로서 산지이동에 의한 생산체제가 확립되어져 있고 또 최근 시설 원예기술의 발달에 의해 周年 공급체제가 확립되어 있기 때문에 본격적으로 장기 저장할 야채의 품목은 그다지 많지 않다.

저장은 상온저장과 저온저장으로 분류된다. 상온저장은 저장할때 냉동 시설을 하지 않는 자연환경을 이용한 저장이기 때문에 종래부터 겨울철의 비교적 건조한 냉기를 이용하여 저장하는 감귤류나 온도변화가 적은 땅속에 저장하여 호흡열을 이용한 보온 저장방식을 쓰는 고구마등과 같이 전통적인 저장기술로서 이용되어 왔다.

자연환경을 보다 적극적으로 이용하기 위한 저장으로서 富士山 중턱에 하굴을 저장한다든가, 大谷石을 채굴한 터에 하굴, 키위, 감자, 감등을 저장하거나, 未利用化된 터널에 하굴이나 감자등을 저장하는 방법이 실용화 되어 있다. 또, 北海道에서는 겨울철의 자연 냉기를 이용하여 제빙한 뒤 여름철에 이용하는 氷蓄冷式 저장고가 실용단계로 됨과 동시에 제빙시에 방출되는 잠열을 이용하는 영구적인 0℃저장고도 연구되어 있다.

이러한 방법들은 그 어느것도 에너지 절약 저장으로서 주목되고 있는데 실용화와 관련하여 장기 저장효과를 보다 높이기 위해서 저장고내 의 온도, 습도, 가스환경등을 마이크로 컴퓨터로 적절히 제어하기 위한 시스템도

개발되어 있다. 저온 저장은 기본적으로는 냉동장치보다도 저장고의 온도를 낮추어 농산물의 생물활성을 억제하여 품질을 유지시키는 기술이다. 또, CA저장이나 감압저장과 같이 온도 이외에 습도, 가스환경, 압력 등을 제어하여 보다 효과적으로 품질유지를 할수 있는 여러가지 저장법도 개발되어 있다.

최근 「빙온저장」, 「Partial freezing」, 「寒溫저장」등 소위 Super chill 帶를 이용한 저장법이 주목되고 있다. 이들은 냉동저장에 비해 농산물이 보다 생상태에 가깝게 할수 있고, 저장에 필요로 하는 에너지가 적게 드는 것이 특색이다.

최근 새로운 저장 기술의 실용화에 관련한 것으로서는, 10년 동안에 생산량이 배로 증가한 프레하브 저장고의 성능 향상에 의함이 크지만, 이러한 새로운 저장법이 시설적으로 곤란한 점은 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 정도의 정확도가 높은 온도 관리기술이 요구된다는 사실인데, 특히 저장고가 대형인 경우에 온도 불균일을 방지하는 것이 아주 중요하다. 또 호흡의 통일, 규격화등도 급히 해결해야 할 과제이다.

가스환경을 조절하는 CA저장은 일본의 경우 1960년대에 도입되어 1970년대에 青森縣의 사과 장기저장 기술로서 보급되었다. 당초 1,000ton 정도의 저장량이 1986년에는 67,000ton까지 증가되었는데 이는 青森縣産 사과 총생산량의 14%이상에 해당하는 양이다. CA저장고 내의 CO_2 와 O_2 를 소정의 농도로 컨트롤하기 위해서 각종 시스템이 개발되어 왔다.

1986년 青森縣에 건축된 자동창고式 CA저장고(저장량 1,000ton)는 종래에 창고를 적정가스 환경으로 조정하는 플 다운式이었기 때문에 수주간이 소요된 반면 지금은 며칠만에 가능케 되는 시스템이 채용되어 있다. 이 시스템은 프로판가스의 연소가스를 촉매에 의해 CO_2 1%, O_2 1%(나머지는 질소)의 가스 조성으로 조정하여, 이 가스를 창고내에 도입시켜 플 다운에 사용한다. 또 플 다운이 종료된 뒤 일상적으로 가스 농도를 조절하기 위해 사용할 N_2 를 발생시키기 위해 활성탄과 고분자 가스 분리막을 병용시켜 공기중으로부터 질소를 분리하는 새로운 방법이 쓰여지고 있다.

감압저장은 저장고内の 압력을 낮추어 산소분압을 낮게하는 원리로서 CA저장과 같은 효과를 기대할 수 있는 저장법이지만 압력이 농산물 생리 작용에 미치는 영향은 완전히 해명되어 있지 않다. 압력 제어 관점에서 볼때 창고내의 압력을 일정히 유지시키는 定壓式과 소정의 압력사이를

변동시키는 變壓法이 연구되어 있다. 감압저장에서는 감압하에서의 증산을 억제하기 위해 저장고내를 고습도로 유지시킬 필요가 있다.

미국 항공기 제조회사가 개발한 감압 컨테이너가 약 10년 전에 시험적으로 도입되어 각지에서 시험되었는데 동치에 복수의 기관에서 연구가 되어져 효과가 확인되어 있으나 비용면에 있어서 문제가 있어 일본에서는 실용화에 이르지 못하고 있다. 금후 부가가치가 높은 열대 과실이나 고급 과실등의 저장법으로서 연구할 필요가 있다.

역으로, 수천 기압의 초고압을 이용한 살균법이 개발되고 있어, 금년도 부터 농림 수산성 식품유통국의 연구개발 사업으로서 본격적으로 열을 띠고 있다.

이 원리를 응용한 저장고가 고안되어 있으나 실용화에는 시간이 요한다. 저장고의 에너지 절약을 목표로 한 새로운 저장 시설이 개발되고 있다. 1985년에 건조 표고버섯이나 나락의 저장을 목적으로 宮崎縣에 건설된 태양에너지를 이용한 저장고도 그 하나에 속한다. 이 시설은 약 1,000ton의 수용능력을 가져 약 700m²면적의 지붕과 일체화 된 평판형의 집열기에 의해 데워진 온수를 써서 吸收 냉동기를 작동시키는 것으로서 연간 저장고내 온도를 15±1℃로 유지시킬 수가 있다. 금후 저온용 저장고로 쓰기 위해서도 보다 효율적인 吸收 냉동기 시스템의 개발이 기다려지고 있다.

또, 기술적 진보가 눈부신 heat pump를 이용하는 저장고도 에너지 절약의 관점에서 주목된다. 島根縣에 있는 생강用 저장고나 千葉縣에서의 고구마의 큐어링 저장고등으로서의 보급이 추진되고 있다. heat pump는 일반 냉동 시스템의 응축기로부터 버려지고 있는 고온 熱源을 이용하는 것으로서 고구마등 근채류의 큐어링과 저장처럼, 고온과 저온이 동일한 시설로 필요한 경우에는 시설의 범용화와 에너지 절약 효과가 기대될수 있다.

소생 기술로 불리워지는, 주로 수퍼등의 점두에 진열하기 전에 엽채류의 선도를 부활시키기 위한 기술이 주목되고 있다. 일반적으로 소생 처리로서는 냉수나 찬 소금물에 담구어 냉각된 농산물을 저온 고습한 저장고내에 보관시켜 물기가 많게 회복시키고 있다. 최근 냉수나 찬 소금물을 이용할때 오존을 물속에 풀어 넣는 처리법이 주목되는등 여러가지 장치가 개발되고 있다.

물에 용해된 오존은 살균작용이 있음이 알려져 있지만 살균효과 이외에 오존에 의해 물속의 산소농도가 높아져 이 때문에 선도 부활효과가 있다고 알려져 있다. 또 알카리 이온수에 의한 침치 처리가 보급되고 있거나, 電磁水나 π 워터등 소위 「活性水」를 사용한 갖가지 선도 유지법이 화제로 되는점이 많지만 과학적인 근거는 확실히 밝혀지지 않고 있다.

세라믹에서 放射되는 遠적외선이 청과물의 선도 유지에 효과가 있다고 알려져, 이 원리를 응용한 장치도 개발되어 있다. 또 연구 단계이지만, 高電場下에서 청과물의 선도가 유지된다는가, 高電場下에서 살균이 가능하다는 사실이 보고되고 있다. 원적외선의 경우는 원적외선과 같이 에너지 레벨이 낮은 전자파라도 청과물중의 물은 활성화시키기 때문에 선도가 유지된다는 등으로 설명되고 있지만 「활성수」의 경우와 마찬가지로 과학적인 근거는 명확하지 않다.

방사선 조사에 의한 저장기간의 연장은 일본에 있어서는 北海道의 삿포로농협의 감자 저장에 1973년도 실용화하였다. 그후 양파를 위시한 방사선 照射 저장법의 이용확대가 수없이 주장되어 왔다. 그러나 소비자의 반대운동등의 이유 때문에 일본에 있어서는 현황으로서는 이용확대 방향이 없는 것으로서 1980년 FAO/IAEA/WHO 합동 전문가 위원회의 권고, 1983년 FAO/WHO 국제 식품규격 위원회의 照射 식품에 대한 기준 책정등의 정세로부터 알수 있듯이 세계적으로 이 기술이 재평가됨과 동시에 식품조사에 대한 기대가 높아지고 있다. 금후 소비자가 요구하고 있는 조사 처리된 농산물의 과학적인 조사 선량검출방법을 확립할 필요가 있다.

選果 선별 기술

청과물의 유통을 합리화하기 위해 농림 수산성에 있어서 전국 표준 규격이 정해졌다. 과실로는 1962년 溫州밀감, 사과, 감을 위시하여, 1986년 현재 16종류의 과실에 대해, 또 야채로는 1970년 양파, 레터스를 위시하여 1986년 29종의 야채에 대한 규격이 정해져 있다. 규격은 외관적인 품위를 기준으로한 등급과 크기나 무게등의 기준에 의한 계급으로 나뉜다.

이러한 규격에 있어서 그 기준이 구체적으로 수치화 되어 있는 것은 계급인데 눈대중으로 판정하고 있는 등급에 있어서 기준에 관한 표현은 극히 객관성이 결여되어 있다. 과실중 溫州밀감, 사과, 복숭아, 20세기

배등 그리고 야채중 토마토, 오이, 당근등의 농산물 중심으로 자동 선과 선별 시설이 보급되고 있다. 자동이라고 하지만 계급선별과 상자담기 공정만이 자동화되어 있을 뿐 등급선별에 있어서는 지금도 사람의 손에 의존하고 있다.

자동 선과 선별 장치는 1960년대 생산지에 있어서 심각한 일손 부족을 해결하기 위한 수단으로 보급된 것으로서, 장치도 무엇보다 선별능력 중심으로, 용기도 나무 상자에서 자동製函 및 봉합이 쉬운 단불상자로 바뀌어 갔다. 그러나 1970년대 중반이 되면서 소비자의 음식물에 대한 지향이 다양화됨에 따라 다품목 소량 생산 시대로 변화되어 완숙품등 고품질인 농산물이 선호되는 시대가 됨에 따라 범용적인 장치나 선과 공정중에 농산물이 손상을 받지 않는 장치의 개발등 선과 선별 시설에도 새로운 전개가 요구되기에 이르렀다.

이 때문에 선별 공정에 있어서 낙차를 줄여서 충격에 의한 기계적 손상의 발생을 방지한 선과장치나 유포일렉트로닉스(Optoelectronics 광학과 전자분야의 총합기술)를 응용한 선과 시스템의 메카트로닉스(Mechatronics)화가 추진되고 있다.

그간 1981년 농림수산성의 인가하에 발족된 「청과물 선별포장 기술 연구조합」은 선과 선별장치를 메카트로닉스화함에 있어 지극히 중요한 역할을 한 바 있다.

최근 본 기술 연구조합의 성과로서 등급, 계급을 자동적으로 측정하기 위한 시스템이 개발되어 보급이 진행되고 있다. 이 시스템은 고체素子(CCD) 카메라를 이용하여 과실표면 전체의 화상(畫像)을 찍어서 색채, 흠(등급), 형상(계급)등이 자동적으로 판정되어진다.

메카트로닉스화된 선과선별기의 특징은 벨트컨베이어위에 놓여진 채 이동하는 농산물이 광학적인 메카니즘에 의해 선별되기 때문에 농산물에 대한 기계적 손상이 적고 또 스위치 조작만으로 다양한 농산물의 선별이 가능 하기 때문에 다품목 소량생산형 産地에 있어서의 범용적 시설에 적합하게 되는 것이다.

현재 개발되어 있는 장치의 선별능력은 감귤의 경우 1라인당 매초 5-7개 이어서, 이제까지의 자동 선과 선별장치에서는 많은 사람손을 필요로 하는 등급선별 공정을 완전히 無人化 할수가 있기 때문에 농촌지역에 있어서 노동력 부족이 해결됨과 동시에 컴퓨터를 사용하여 생산자마다 품질 관리와

계수처리가 순식간에 되기 때문에 운영면에 있어서도 종래의 공동 선과 선별시설의 실상과는 전혀 다른 시설이 계속해서 생겨나고 있다.

최근 당, 산등의 성분이나 내용형질을 비파괴적으로 판정하는 기술이 중요시 되어 개발이 진행되고 있다. 예를 들면 단감중에 섞인 뽕은감을 골라서 제거하기 위해 슬라이드 프로젝트를 개량한 간이 장치가 개발되어 있다. 이것은 탈삼침에 따라 탄닌이 불용화되어 과육에 흑반이 생기기 때문에 투과光의 산란이 크고 빛이 투과되기 어렵게 됨을 응용한 원리다.

또 수박의 空洞果는 종래부터 과실을 손바닥으로 두드려서 그 타격음을 귀로 들어 분간해서 검출, 선별하여 왔다. 1988년의 성수기에는 자동공동과 검출장치가 개발되어 1시간당 3,600개 의 수박을 판정할 능력을 갖춘 시설(2라인을 설치)이 구마모토(熊本)縣에 완성되었다. 다음에 의한 품질측정의 기본적 원리는 십몇년간이나 연구되어 왔지만 수박의 주위 3곳을 측정할 다음 상호간의 상관을 구하는 방법을 채용함에 따라 대상물의 크기에 의한 영향을 소거할수가 있게 된 것이 실용화의 결정타가 되었다.

비파괴법의 다음 개발목표는 과실의 食味를 판정하는 방법이다. 지금까지도 과실의 색채를 정확히 측정하여 색채로부터 食味를 추정하는 간접적인 방법이 개발되어 있지만 정확도에 문제가 있어 실용화 되지 못하고 있다. 食味를 직접 구하는 방법에 관한것으로는 연구단계이긴 하지만 핵자기 공명(NMR)에 의한 포도과립의 당도, 마이크로波에 의한 수박의 당도 및 근적외 분광법에 의한 붉은아, 토마토, 20세기 배동의 당도, 산도등을 측정할 보고가 있다.

이러한 연구시도가 플랜트중에서 사용될수 있게 된다면 계급선별에 덧붙여 등급선별까지도 자동화된 선과 선별시설이 완성될것으로 기대되어진다.

수송시설

1960년대 전반에 시작된 일본의 청과物流의 기술혁신은 수송에 있어서의 여러가지 변화로 나타나고 있다. 1965년부터 1970년까지 5년에 걸친 국내 화물 수송량의 증가는 ton수로는 2배, ton킬로수로는 1.88배로 대폭 늘어나고 있다. 이 시대의 특징은 수송기관중에 철도의 부담비율이 급속히 적어짐과 동시에 화물수송의 주력은 자동차 수송으로 변화되어 갔다.

구체적으로 1955년, 1965년, 1975년, 1985년으로 10년마다 수송기관별로 부담비율 추이를 보면 수송 총본수로서 철도가 23.3, 9.6, 3.1, 1.8%; 자동차가 68.4, 83.5, 87.3, 90.1% 또 수송톤킬로로는 철도가 52.9, 30.7, 13.1, 5.1%; 자동차가 11.7, 26.0, 36.0, 47.4%로 어느것이라도 해마다 철도 부담비율이 저하되고 거꾸로 자동차의 비율이 증가하고 있음을 알수 있다.

이러한 경향은 청과물에 있어서 가장 확실한데, 고속도로망의 정비와 저온 수송기술의 진전에 의한 바가 크다. 특히 기계식 냉동기를 갖춘 냉동고의 보급수는, 이 10년동안 배로 증가하여 生鮮物 유통을 담당하는 基幹이 되고 있다. 또 1975년 무렵 시작된 宅配(물품을 우편처럼 배달하는 제도)유통은 종래의 자동차 수송으로는 하지 않았던 양이 적은 화물을 전용으로 취급하는 物流시스템인데 소량 다품목형 유통의 필요성이 높아감에 따라 정착되어 취급숫자로 볼때 종래의 우편소포, 철도수하물에 비해 각각 2배와 15배로 급증하고 있다.

최근에는 生鮮物 유통에도 宅配便이 이용되기 시작하여 소위 「Cool宅配便」을 정착시키기 위해 保冷박스나 蓄冷材 및 포장자재등의 개발이 추진되고 있다.

이렇게 자동차 수송에 계속 늘려온 철도 수송이긴 하지만, 이 10년간에 「후레-토라이나」라고 불리는 고속 화물 시스템이 연구되어 실용화 되는등, 최근에는 청과물, 수산물등의 生鮮식료품에 있어서는 철도에 의한 수송량이 늘어나고 있는 경향이다.

또 國鐵의 民營化후에는 「피기-락끄」 수송을 개발한다든가 1988년에는 「쿠울콘테나」로 불리는 기계 냉동기 탑재의 저온 컨테이너를 사용한 수송 시스템을 완성하는등, 자동차와 철도를 결합시킨 공동 일관수송기술의 개선이 계속되고 있다. 철도수송은 에너지 절약형 대량 수송기관인데 이 특색에 덧붙여 자동차 수송을 짝으로 하여 가가호호로 수송체계가 완성 된다면 장차의 수송기관으로서 기대되어 질수 있다.

효율적인 輸配送에는 빠렛트화나 컨테이너화로 대표되어지는 화물의 유니트화가 불가결하다. 저온수송과의 관련에서는 냉동고의 高性能化, 「콜드롤 박스」보급이 눈부실 정도이다. 또 CA저장이나 감압저장과 같이 저장고內 가스환경을 조절하는 저장방법과 동일하게 컨테이너內의 가스 환경이 조절 가능한 컨테이너는 일본에 있어서도 실리콘膜의 선택적 기체

투과성을 이용한 CA컨테이너로서 실용화되어 있지만, 앞으로도 품질劣化가 심한 청과물의 수송방법으로서 기대되어지기 때문에 국산 청과물 수출을 위한 수송기술로서 저렴한 장치의 개발이 기대된다.

근년, 일본 국내에 있어서도 청과물 수송에 항공기가 많이 이용되고 있다. 1985년의 항공화물 총량은 약 54만톤으로 그중 식료품이 차지하는 비율은 1/3을 넘고 있다. 청과물만으로도 화물총량의 15%정도를 차지하는데 이것은 단일 품목으로서 가장 많은것에 속한다.

최근 「후라이트 농업」으로 불리는 항공기 수송을 중심으로 한 새로운 농업방식이 화제가 되고 있다. 후쿠오카縣의 가랑파, 구마모토縣의 멜론, 가코시마縣의 「각지 비단완두콩」, 야마가타縣의 앵두, 홋카이도의 「夕張」멜론 등 항공 수송기를 세일즈 포인트로 하는 생산지가 많이 보이고 있다. 그러나 항공기 수송은 비용이 많이 들기 때문에 일반적인 수송 수단으로 되기는 어렵다. 또 많은 시험 연구결과에서 나타나듯이 항공기 수송에서는 수송시간이 얼마 걸리지 않은 데에 비해 흠집이 많이 생기는 점을 주의해야 한다. 이는 항공기 수송에서 짐 실을때까지 시간이 걸리고 또 수송중의 온도관리가 충분치 못한점 때문에 기인된다. 개발이 되고 있지만 보냉 컨테이너등의 저온대책이 필요하다.

한편, 수출입에 있어서 항공화물의 총량은 1985년에 약 84만톤이었고 무역액 기준에 대한 항공기 부담비율(航空化率)은 13.1%이다. 청과물만으로 보면 항공화율은 불과 1.2%로서 적으며, 이 경우도 수송중의 온도관리가 곤란한 것이 문제점이다. 그런데 청과물의 수송용기로서는 1986년에 청과물 유통량의 96.5%가 단불상자를 이용하고 있다. 일본의 단불中芯(후루토)에는 주로 A후루토가 쓰이며, 구미에서는 C후루토가 주류를 이루는 것은 좋은 대조이다. C후루토의 특색은 A후루토에 비해 原紙의 사용량이 약 9% 적어서 자원이 절약된다. 또 대부분의 단불에 複양면단불이 사용되는등, 일반적으로 일본의 단불상자는 지나치게 견고한 경향인데 청과물용 단불에 있어서는 보다 그 경향이 강하다. 유통코스트 절감때문에 보다 가벼운 단불로 바뀌어야 한다는 점은 고속도로망의 정비나 하역의 기계화가 진전됨에 따른 수송 환경조건이 개선되어져 별로 문제가 없다고는 하지만 아직도 근본적으로는 바뀌어지지 않고 있다.

鮮度유지용 자재

최근 10년간 선도 유지용으로 다양한 자재가 개발되어 실용화되고 있다. 그 배경에는 소비자의 고품질 지향을 만족시킴과 동시에 새로운 유통양식의 채용에 의한 부가가치 향상에 기대를 보인 產地側의 고심이 깔려 있다.

선도유지용 자재는 속도조절, 수분증산조절, 가스조절, 防敗(썩음방지), 보냉등 선도 유지를 목적으로 개발된 자재로서 단일자재를 하나만 쓰거나 복수의 자재가 병용되어 쓰인다.

선도유지용 자재로서 가장 널리 보급된 것으로는 속도 조절용 필름 포장재와 선도 유지제인데 이들은 컷트 야채와 같은 새로운 형태의 농산물 가공제품을 비롯하여 소비의 다양화 경향에 따라 이용이 늘어나고 있다.

근년 화제가 되고 있는 기능성 필름은 플라스틱 필름에 여러가지 기능을 부여한것으로서 (1) 선택적인 가스 투과성을 이용하여 포장內 가스환경을 간이적인 CA 조건으로 조절한다. (2) 제올라이트등 활성이 높은 다공질성 광물을 분말로 하여 필름에 섞어 넣어, 특히 에틸렌 가스 흡착을 촉진시켜 추속을 억제한다. (3) 증기서림 방지제를 필름에 섞어 넣든지, 발라서 농산물로부터 증산되어 일어나는 필름의 흐려짐을 방지한다. (4) 히노키티올 등의 防敗, 항균물질을 필름에 섞어 넣어서 부패를 방지한다 (5) 흡수 폴리머등으로 잉여 수분을 흡수하여 포장內를 적정습도로 유지하는 등의 기능이 있다. 또 이러한 기능이외에 단열효과를 부여한 시-트나 단불상자도 개발되어 있다.

최근 원적외선의 선도 유지효과에 주목하여, 원적외선 방사체로서 세라믹스를 이용한 갖가지 자재가 시판되어 있다. 세라믹스는 플레이트 또는 시-트狀으로 가공하여 그 위에 청과물을 놓아서 쓰는 방법과 세라믹스 분말을 플라스틱 필름에 섞어 넣어 포장재료로서 쓰는 방법이 있다.

원적외선이 청과물 중의 물에 작용하여 물의 성질을 변화시킴으로서 품질 유지가 보다 잘 되게 한다고 하지만 과학적인 증명은 충분치 못하다. 제조자 및 소비자 양자로부터의 효과판정법등을 포함하여 이러한 자재의 적정 유통을 위한 기준 제정이 요망되고 있다.

선도 유지기능을 가지는 물질을 작은 봉지에 채워서 内裝속에 이용하는 선도 유지제는 (1) 에틸렌 흡수제 (2) CO₂ 흡수제 (3) O₂ 흡수제 (4) 암모니아 흡수제 (5) 알콜, 알데히드 흡수제등의 가스 조절제가 주로 많은데 이외에도 (6) 防敗, 制菌제등이 있다.

그 중에서도 청과물의 대사를 활성화시켜 성숙을 촉진하는 작용이 있는 에틸렌 가스를 다공질 광물등에 의한 물리적 흡착형과 과망간산칼리계 (KMnO₄) 약제에 의한 화학 반응형이 있는데, 또 화학 반응형은 촉매 반응형과 산화 반응형으로 분류되어 진다.

최근 에틸렌 資化性의 토양 미생물을 이용한 에틸렌 흡수제가 연구되어 있다. 저온에 있어서는 세균의 활성이 낮아 효과가 저하되는등 개량할 점이 있지만 장래 저장고内の 에틸렌 제거를 목적으로 한 바이오 리액터(생물 반응 용기)로의 발전은 物流 기술에 있어서 몇가지 안되는 바이오 테크 놀로지 응용분야의 하나로서 기대된다.

防敗, 制菌 효과를 목적으로 한 것에는 오래전부터 OPP등의 합성제가 사용되어 왔지만, 천연물을 선호하는 경향으로부터 노송나무의 잎에서 추출한 히노키티올을 사이클로 텍스트린에 포접시킨 것이나, 銀제올라이트 를 기본재료로 하는 무기계 자재가 개발되어 있다.

또 도포형 선도 유지제는 주로 수분의 증산 억제와 防敗효과를 목적으로 하는데, 천연 납유지(왁스)등 천연물을 사용한 도포제가 개발되어 감귤류에 많이 쓰여져 왔다. 최근 적과한 과실에서 추출한 단백질이 에틸렌 생성저해 작용이 있음을 이용하여, 거봉등 포도의 탈립 방지에 효과가 있음이 보고되어 있다.

그러나 종래부터 있던 도포제도가 기능적으로 완전하지 못한 것에 덧붙여, 최근 농약의 포스트-하베스트 어플리케이션(저장중 충해 및 병해를 줄이기 위한 목적으로 수확한 농산물에 농약을 살포하는 방법을 뜻함) 등에서 문제로 나타나는 소비자들의 첨가물에 대한 거부반응과 비슷한 관점에서 널리 보급되지는 못하고 있다.

보냉용 蓄冷劑는 cold chain이 보급되어 선도를 증시하는등 소비자의 품질 지향이 높아지고, 소량 다품목형의 보냉수송 및 배송이 필요하게 된 1970년대 후반부터 급속히 개발이 진행된 것으로서 해마다 시장규모는 커지고 있어 금후 기대되고 있다.

일반적으로 蓄冷劑는 얼린 물질이 녹을때 일어나는 흡열을 이용한 것으로서 쓰여지는 물질에 따라 사용온도 폭도 다르다. 蓄冷劑의 주성분은 물, 전분, 고분자 폴리머등인데, 사용온도 폭도 0-22℃로 차가운 (Child) 帶에서 동결(frozen)帶에 이르기까지 폭넓은 온도帶의 蓄冷劑가 개발되어져, 단열·단불상자등과 병용하여 이용된다.

이러한 각종 선도 유지용 자재의 특성은 메이커의 카탈로그에 표시되어 있다. 그러나 그 효과는 사용 조건에 따라서 크게 변동됨이 많고, 그중에는 과학적 근거가 확실하지 않은채 효과만이 과대 하게 선전된 자재도 있어서 성능을 過信한 나머지 오히려 피해를 초래할 위험도 있다.

선도 유지용 자재를 이용함에 있어서 농산물의 특성, 목적등 사용조건을 적절히 판단하여 올바른 자재의 선택과 이용이 이루어져야 할 필요가 있는데, 이렇게 하기 위해서는 많은 실시 예를 참고로 함과 동시에 가까운 시험장등 지도기관에 상담하는 것도 한가지 안이 될 수 있다.

物流 정보 기술

과거 10년간 物流 정보 기술의 발전은, 실로 눈부시다. 이것은 슈퍼마켓이나 컨비니언스 스토아등의 流通業 및 外食산업등이 확대됨에 따라, 취급되는 식품의 품목수 팽창에 대해 적합한 관리가 요구되게 된 사회적 요구에 의해, 값싼 마이크로 컴퓨터를 단말기로 한 컴퓨터 시스템이 손쉽게 구축된 기술적인 요인이 크다고 할 수 있다.

AN 바-코드를 써서 單品관리가 가능한 POS(Point of Sale)시스템은 메이커로부터 소매업에 이르기까지 이용할 수 있는 포괄적인 정보 시스템이다. 이 시스템에서는 자동 판독방식의 레지스터에 의해 單品별로 마련된 바-코드를 읽고, 이에 따라 수집된 판독 정보 및 구매·배송등의 활동등에서 발생하는 각종 정보를 컴퓨터에 보내어, 각 부분이 유효하게 이용될 수 있는 정보로 가공하여, 전달하는 시스템으로서 소위 소매업의 총합적 정보 시스템 이라고도 할 수 있다.

바-코드에는 표준 타입과 단축 타입이 있는데, 각각 14행 및 8행의 코드로 구성되어, 이 중에 상품의 제조국名, 메이커名등의 정보가 들어있다. 식품 제조업등의 공장제품은 소-스마킹(Source Marking)이라고 하여 공장 출하시 포장등에 바-코드가 인쇄되는데, 최근에는 거의 모든

가공식품에 있어서 소스마킹이 보급되어 있다.

한편 야채, 과일과 같이 量販店등에서 가공하여 포장하는 상품인 경우에는 量販店 독자적인 바-코드를 라벨하는 인스턴트 마킹이 일반적으로 이용되고 있다. 청과물의 유통정보 처리의 합리화·신속화를 피하기 위해 종전부터 全農(일본의 전국 농업 협동조합을 뜻함)을 중심으로 한 品名 코드化가 이루어져 왔다.

이처럼 全農에 있어서는 계통 원에 정보시스템으로서 1985년부터 電電公社(현재 NTT, 한국의 통신공사에 해당)의 DRESS네트워크를 이용한 판매 정보 시스템化, 네트워크化가 추진되고 있으나 금후는 POS시스템이 대응 가능한 전국 산지에 통일된 새로운 코드化와 시스템化가 요망되고 있다.

맺음말

수입자유화의 물결속에 일본의 농업은 큰 변환기에 직면해 있다. 수입 식량이 증가됨에 따라 일본의 식량 자급율은 1960년의 90%에서 1985년의 71%로 저하되었다. 청과물만으로는, 과실이 100%에서 77%로 저하되었지만 야채는 100%에서 95%로 저하되어 아직까지 높은 자급율을 지키고 있다.

과실·야채와 같은 청과물은 부가 가치가 낮고, 선도 저하가 심하기 때문에 장거리 수송이 곤란할 뿐만 아니라, 食物 방역상의 문제가 있기 때문에 수입 증가를 억제하고 있다. 그러나 계속되는 円高(달러에 대한 일본엔의 환율평가 관련용어), 소비 다양화, 수송기술 개선등의 이유를 자세히 보면 특정 품목의 수입량은 확실히 증가되어 있고 가공품 및 半가공품을 포함하면, 그 경향은 더욱 현저하다.

과실로는 칠레産의 포도, 중국産 오이, 캘리포니아産의 넥타린, 호주 및 캐나다産의 사과, 스페인産의 레몬등이 수입 해금되었고, 금후 수입해금이 예정 되어 있는 농산물이 즐비하다. 또 야채는 과실 이상으로 수송이 어렵고, 지금까지는 일본에 있어서 단경기 대책으로서 양파, 호박, 마늘등 비교적 품질 유지가 쉬운 농산물에 한하여 수입되어 오던 것이 최근에는 그린 아스파라가스(미국, 멕시코, 중국, 대만), 각지 완두콩(대만), 풋콩(대만), 카베츠(대만), 레터스(미국, 한국), 샐러트(대만, 프랑스, 호주)등 품목적으로 다양화 되어 있고, 컷트 야채의 수입도 화제로 되어 있다.

이러한 배경하에서 국산 청과물의 소비량을 유지하기 위해서는 국산품으로서의 특징을 최대한 발휘하여 건강지향, 안전지향이라고 하는 소비자의 품질 중시의 志向을 잘 포착하여 생산에서 소비까지 일관된 품질관리가 요망된다.

특히 생산 상태에 가까운 소비일수록 일본산 청과물의 우위성은 확보될 수 있다. 예를 들면 「유기재배」나 「에너지유통」등과 관련해서 과학적으로 확실시된 재배나 유통의 내력을 확실히 밝히는 판매 방법의 도입이나, 최근 화제가 되고 있는 「기능성 식품」으로서의 기대에 부응하기 위해 「확실한 식품」으로서 야채·과실이 가지는 體調(인체 건강상태 조절)기능을 적극적으로 표시 하여 소비자에 계몽하는등의 시도가 생각되어 진다.

또 1988년에 「外食산업으로부터의 뜨거운 메세지」로서 화제가 된 것처럼 外食산업도 국산 청과물 수요자로서 잊어서는 안된다. 품질이 확보 된다면 다소 비용이 비싸도 문제가 되지않는 外食산업의 필요성은 생산에서 부터 유통까지의 국산 농산물이라는 이력을 확실시하기 쉬운 청과물의 경우는 많이 애용될 수가 있으리라 본다.

이와 비슷하게 절임(우리나라의 김치에 유사한)류와 같이 원료의 형태가 남아있고 가공도가 낮은 식품은 전통적으로 지역 특산품으로서 원료가 그 지방의 농산물을 쓰는 경우가 많기 때문에 애용되어야 할것이다.

현재 일본의 농산물중 4할이 식품산업에서 소비되는데, 그 내역은 3할이 식품제조업으로 1할이 外食산업이다. 生食으로서의 소비가 포화 상태가 될때에는 국산 농산물의 수요확대 열쇠는 식품산업에 있다고 해도 과언은 아니다.

농림 수산성이 1988년부터 개시한 「국산원료 정보화 사업」도 이러한 主旨에 근거를 둔 것으로서 국산 농산물에 관한 생산정보 및 수요 정보를 ON-LINE 에 의해 생산자와 실수요자 각각이 상호간에 교환될 수 있는 시스템을 구축 하는 것이다.

이상의 관점에서 볼때, 앞으로는 현재까지의 외관과 형상에 의한 품질 규격을 대신하여 성분 및 원료 적성에 근거를 둔 품질규격과 품질 평가법을 연구하여 이러한 정보를 품질개량, 재배 방법 검토등에 피이드백 할 필요가 있으며 모든 유통기술의 개선·개발도 그 일관된 것으로서 취급될 필요가 있을 것으로 판단된다.