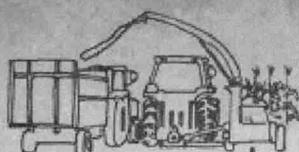


# 일본의 조사료생산기계화

## 연구개발



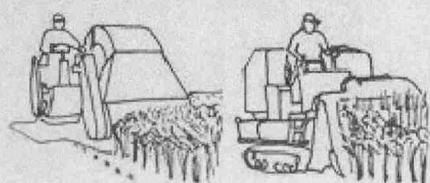
최 광 재 농학박사  
농업공학연구소 생산기계공학과



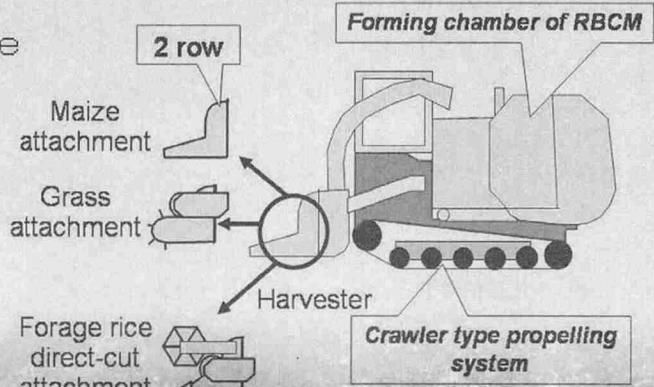
For maize



For grass



For forage  
rice



## 1. 일본 낙농의 조사료자급생산 문제점

일본의 낙농규모나 조사료생산시스템은 북해도지방을 제외하면 대체로 우리나라와 비슷하며, 낙농이나 한·육우사양의 변화추세도 유사한점이 있으므로 일본의 사례를 주시할 필요가 있다. 현재 조사료생산 장비의 연구개발을 활발히 추진하고 있는 일본농업기계화연구소(IAM/BRAIN, Institute of Agricultural Machinery)의 조사료생산 기계화시스템 연구 내용을 소개하고자 한다.

일본의 낙농농가 수는 '75년 약 180천호이었으나 '85년 83천호, '04년에는 약 3만호로 급격히 감소하였고 호당사육두수는 북해도지역이 '75년 20두에서 '04년 90두 수준으로 그 이외지역은 '75년 9두에서 '04년 40두 수준으로 크게 증가하는 추세를 보였다.

사료작물 파종면적은 '75년 84만 ha이었으나 '87년 105만 ha로 증가하다가 '97년경에는 90만 ha로 감소하였는데, 일본의 경우 북해도와 같이 호당 경작면적이 넓은 지역에 낙농이 활발하며, 특히 목초재배면적이 전체 사료작물 재배면적의 80%를 차지하고 있어 우리나라와는 상당한 차이가 있다.

그럼에도 불구하고 일본의 건초 해외수입은 '75년도부터 본격적으로 시작되어 2000년대 까지 지속적으로 증가하여, 연간 해외수입 건초는 약 220만 톤에 이르며, kg당 건초가격은 약 30엔 정도이다. 이에 따라 일본 내 조사료의 자급생산 비율은 감소하고 있으며, 현재 조사

료 생산 자급률은 75%, 농후사료자급률은 10% 수준에 있다.

## 2. 사료 절단작물용 원형베일러 개발

사료작물로 이용되는 옥수수사료는 수량성과 영양가치가 높아 ha당 생산 총가소화영양소(TDN/ha)는 목초에 비해 2.3배 높은 장점이 있다. 일본의 '90년도 옥수수 파종면적이 125,900ha 이었으나 그 후 지속적으로 감소하여 2004년도에는 87,400ha로 약 38,000ha가 감소하였다.

〈인력 사일리지제조의 중노동 작업〉



▲ 병커사일로의 사일리지제조



▲ 수직사일로용 사일리지제조



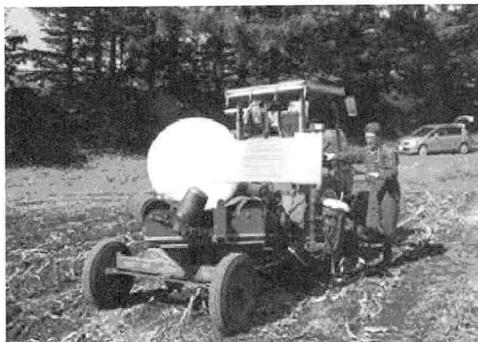
이와 같이 옥수수 재배면적이 급격하게 감소한 이유는 옥수수 수확과 엔실리지 제조에 많은 노력이 요구되고 있으며, 이는 봉커사일로나 수직사일로의 경우 모두 마찬가지이어서 일본 농가에서 옥수수재배를 기피하고 있는 것이며, 우리나라는 일본에 비해 그 현상이 더욱 심하다.

혼슈지방에서 조사된 농가의견은, 옥수수 수확과 엔실리지 제조에 5~6명의 작업자가 요구되며, 여러 가지 농 작업기계가 모두 구비되어야하고, 사일리지의 품질을 충분히 확보하기 위하여 단 시간에 완료해야 하는데, 옥수수 수

〈목초 등 사료작물의 베일-래핑시스템〉



▲ 원형베일러



▲ 원형베일 래핑기

획시기에 연일 비가 온다든지 하면 적기작업이 어려울 경우도 있지만, 옥수수 엔실리지제조의 기피현상은 무엇보다도 작업노력이 과중한 것이 주요 원인이다.

한편 목초의 경우 수확시스템은 모어로 목초를 예취하여 원형베일러로 압축베일을 만든 다음 래핑기로 공기가 들어가지 않게 피복하면 엔실리지가 제조되는 것이므로 엔실리지의 제조에 별도의 인력이 요구되지 않아 결국 옥수수로부터 목초재배와 목초 랩-사일리지로 전환하게 된 것이다.

이와 같은 문제점을 개선하기 위하여 가소화 영양소총량(TDN)이 목초보다 훨씬 높은 옥수수를 절단하여 압축베일을 만드는 기술을 개발하게 되었으며, 이 시스템은 트랙터 우측 후방에 부착된 옥수수수확기에 의해 옥수수를 5cm 내외로 절단하여 동일한 트랙터에 의해 견인되는 호퍼부착 상급식 원형베일러에 공급하면 옥수수 원형베일이 제조된다. 즉 새로운 기술은 베일러에 호퍼를 부착하여 상부에서 넣을 수 있도록 되어있는 것이 특징이다.

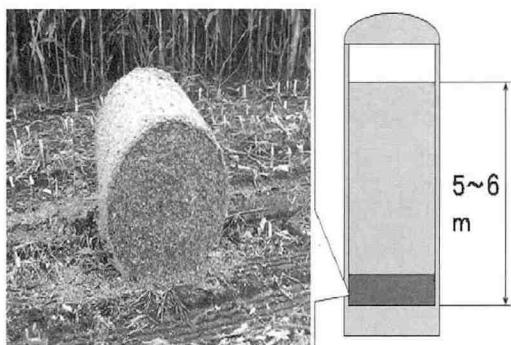


▲ 옥수수용 호퍼식 원형베일러

기존 작업체계에 의한 옥수수수확-엔실리지 제조에는 병커사일로의 경우 ha당 작업인원 6명, 작업시간은 수확 4.07시간, 수송 0.83, 다짐 5.29, 피복 1.9 등 총 11.2시간이 소요된다. 수직사일로의 경우 ha당 작업인원 6명, 작업시간은 수확 4.07시간, 다짐 6.19, 피복 3.81 등 총 14시간이 소요된다.

그러나 새로 개발된 옥수수수확 및 엔실리지 제조 작업시스템은 ha당 작업인원 2명, 작업시간은 수확 3.06시간, 래핑 3.9 등 총 6.96시간이 소요되어 관행작업에 비해 작업노력을 대폭 줄일 수 있게 되었으며, 특히 중노동으로부터 생력 기계화일관작업으로의 전환효과가 매우 크다.

이와 같이 옥수수의 수확-절단되어 압축된 함수율 72% wb의 원형베일 1개의 중량은 평균 336kg이고 원형베일의 건물밀도는 183 kg/m<sup>3</sup> 정도이며, 랩-사일리지 또는 수직사일로 등의 사일리지로 제조에 용이하다.

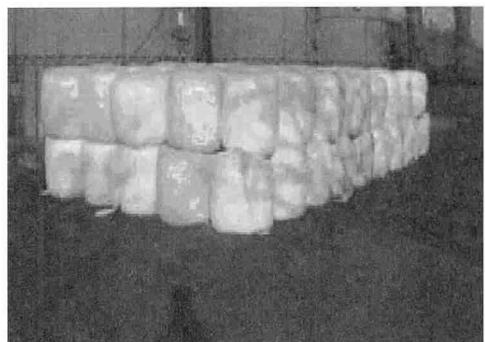


▲ 절단 옥수수 원형베일과 수직사일로

이와 같은 방법으로 제조된 옥수수 사일리지는 랩-사일리지의 경우 3개월 후 pH 3.96, 8개

월 후 pH 3.84 정도이며, FRP 수직사일로의 경우 3개월 후 pH 4.06, 8개월 후 pH 4.58 정도로 품질이 관행 사일리지에 비해 양호한 것으로 나타났다.

〈옥수수의 기계화생산 사일리지〉



▲ 옥수수의 랩 사일리지



▲ 옥수수의 수직사일로 저장

새 기술에 대한 사용농가 의견은, 기계화작업으로 인하여 작업노력이 절감되며, 사료작물 포장이 여러 곳에 분산되어있을 경우도 효율적인 작업이 가능하였고, 고밀도 압축으로 인하여 보존성이 좋아 사일리지의 품질이 향상되었으며, 발효에 의한 손실량이 적어 사일리지 생산경비를 절감할 수 있었다고 하였다.

### 3. 자주식 수확-원형베일러 개발

일본 혼슈지역 낙농농가 현황은, 소규모 농가의 경우 조사료생산 장비를 구입하여 이용하기 어려우며, 대규모 농가의 경우에는 조사료생산 등 작업량이 많아 작업노력 부족의 문제점이 있다. 이와 같은 문제점의 해결방안으로 사료작물의 수확-엔실리지 제조를 외부의 전문 조사료 엔실리지생산 작업단에 위탁하는 방안을 제안하였다.

그동안 혼슈지역의 사료작물 수확-엔실리지 제조 위탁작업은 조금씩 증가하고 있는데, 사실상 대형장비는 작은 포장에서 이용하기 불편하고, 여러 곳에 분산되어있는 사료작물 재배 경작지 특성상 농기계의 작업효율을 크게 저하시킬 수 있다. 현재 논에서 사료작물 엔실리지 제조의 농작업 위탁비율은 34%로 점차 일반화되는 추세이다.

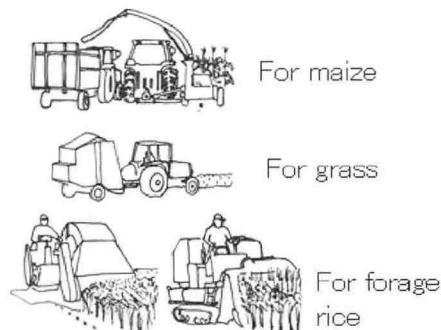
한편, 일본에서 논의 벼 생산을 제한하는 논면적은 106만 ha이며, 그중 사료작물 재배면적은 11만 ha이고, 사료작물 이외의 작물 재배면적은 56만 ha인데, 사료작물 재배면적은 증가하지 않고 있다. 그 이유는 논의 면적이 작아서 사료작물 재배 및 수확작업이 어렵고, 비가 온 후에는 논토양이 질어서 수확작업이 곤란하며, 작업이 가능하더라도 작업능률이 크게 떨어진다.

또한 논에서 재배되는 사료작물 유형도 옥수수, 목초, 사료용 총체 벼 등이 재배되고 있어, 이에 따라 투입되어야 하는 수확작업기종도 각

각 다른 기종이 투입되어야 하는 실정이다.

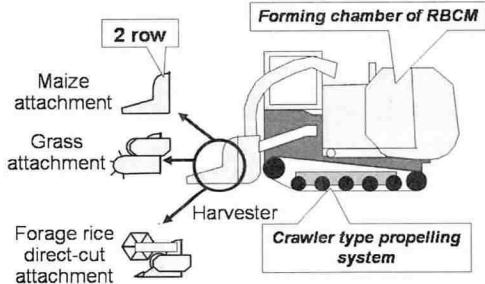


▲ 사료작물 수확시기의 빠지기 쉬운 논



▲ 사료작물에 따라 수확기종이 다름

그러므로 자주식 수확-원형베일러 본체는 논에 적응성이 높은 크롤러 주행장치가 부착된 원형베일러 이어야 하며, 본체 전방에 2조 옥수수수확기, 목초수확기, 사료용 총체 벼 수확기 등 3종류의 작업기를 교체하여 사용하면 농가에서 논의 사료작물 재배 및 수확작업 노력과 경비를 크게 절감할 수 있다. 또한 농기계생산업체의 경우에도 3종류의 작업기를 이용할 수 있는 본체의 생산비용을 줄일 수 있어 논의 사료작물 재배면적 확대에 도움이 될 수 있다.



▲ 옥수수수확, 목초수확, 사료용 벼 수확 겸용형 자주식 원형베일러 모식도



▲ 사료용 총체 벼 수확기 부착 자주식 원형베일러



▲ 옥수수 수확기 부착 자주식 원형베일러



▲ 목초수확기 부착 자주식 원형베일러

#### 4. 고성능 원형베일 래핑시스템

북해도지방의 영농규모는 서유럽과 비슷한 수준이므로 축산농가의 사료생산 장비는 오래 전부터 대형 수확용장비가 이용되어왔다. 이 지역 옥수수 하베스터의 수확작업 능률은 1톤 당 0.1시간 소요되며, 엔실리지 제조에는 1톤 당 0.2시간이 소요된다. 즉 사료작물 수확작업 소요시간에 비해 엔실리지 제조 작업시간이 두 배로 길다.

〈옥수수 수확작업과 사일리지 제조〉



▲ 옥수수수확기



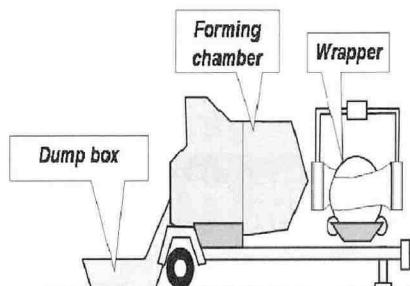
▲ 벙커사일로

이와 같은 현실에서 엔실리지 제조의 작업시간을 절반으로 줄일 경우, 대형 옥수수수확기의 작업성능을 충분히 발휘시킬 수 있고, 한편으로는 일관작업을 통하여 엔실리지의 품질을

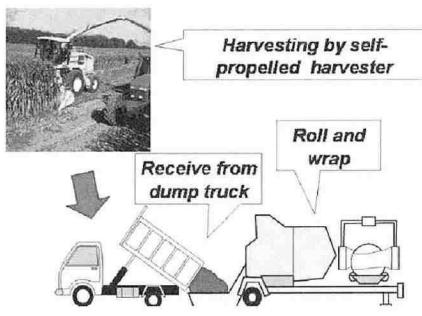
높일 수 있으며, 옥수수 사일리지제조의 이용을 증가시킬 수 있어 대규모 낙농농가의 작업 노력 절감에 중요하다.

이와 같이 작업능률을 향상시키기 위하여, 1차적으로 베일성형기와 래핑기가 나란히 설치된 작업기를 개발하는 것으로, 덤프트레일러나 덤프트럭으로 수확한 사료작물을 수송하여 덤프박스에 쏟아서 유압덤프에 의해 베일성형실로 옥수수를 이송하여 원형베일을 만든 다음 래핑기로 랩-사일리지를 만드는 절단사료의 베일-래핑 유연시스템이다. 그 후에 2차적으로는 베일성형 동시 베일래핑의 복합작업기를 개발하려는 사업이며 이 사업은 2010년까지 계속될 것이다.

〈원형베일-래핑 일관작업시스템〉



▲ 절단사료의 베일-래핑 유연시스템



▲ 절단사료의 베일-래핑 동시작업

우리나라의 경우, 정부의 논 휴경제도나 논의 사료용 총체 및 생산시스템 등 논이용 사료작물 재배 기술체계가 확립되지 않았으며, 아직은 재배면적도 극히 제한적이다. 그리고 일본의 북해도지역과 같이 광활한 사료작물 재배 농장도 없으므로 우리나라의 경우와는 상당한 차이가 있다.

그런데 대부분의 농촌사회 현상은 우리나라보다 일본에서 먼저 경험해왔고 10~20년 늦게 일본과 비슷하게 변화하는 농촌문제에 관하여 우리나라에서도 각계에서 여러모로 궁리 끝에 결국 일본의 농업정책이나 농업시스템을 뒤따라가는 경우가 많다. 일본의 논 사료작물 생산시스템의 기술정보를 통하여 일본이 거쳐 온 시행착오를 줄일 수 있는 장점이 있지만, 일본에서 먼저 개발한 기계기술이 수출상품화되어 예외 없이 우리나라에 상륙하고 있음을 보면 어딘가 개운치 않은 느낌을 갖게 된다.

일본식 크기  $0.85 \times 0.9m$  또는 크기  $1.0 \times 1.0m$ 의 소형 원형베일러가 크기  $1.2 \times 1.2m$ 의 표준형 원형베일러에 비해 크기가 매우 작아서 우리나라 농가에는 적합하지 않다는 생각들을 해왔지만, 우리나라 보다 더 작은 트랙터를 사용하는 일본의 원형베일러가 현재는 평야지를 제외한 중산간지에서 폭발적으로 수요가 증가하고 있음을 볼 때, 축산기계 기술개발에 종사하는 이는 일본의 축산기계 개발 및 이용에 주목할 필요가 있다. Ⓜ

\* 이 자료는 일본농업기계화연구소 축산기계연구원 “히로 가쓰 시토”의 농촌진흥청 농업공학연구소 세미나 발표 자료를 대부분 인용하였습니다.