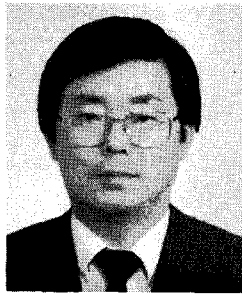


생산관리의 기계화 및 자동화



김 동 균

상지대학교 축산학과교수

〈지난호에 이어서〉

3. 착유기와 부족장치

1) 착유실의 생력화

낙농산업에서 착유실의 자동화 및 기계화는 작업 효율을 크게 증진시킨다. 특히 1970년대 중엽에 개발된 착유기 자동이탈장치(automatic cluster detacher)는 핵심적인 발전이었다. 이 장치가 처음 등장하던 당시에는 몇가지 결함이 있었으나 곧 믿을만한 수준의 설비로 개량되면서 이 설비의 도입은 급속히 확산되었다. 자동이탈장치와 착유실출입 유도문(power gates)의 도입으로 1인당 착유기 관리능력은 2배로 향상되었다. (Bickert, 1980) 또한 착유설비를 분해하지 않은 상태로 세척 또는 소독할 수 있는 즉석세척장치(C.I.P.: clean-in-place)의 개발 역시 착유부속시설의 유지 관리노

력을 거의 절반수준으로 줄이는 결과를 가져왔다. 이러한 발전은 착유실의 효율 측정에 단위노동시간당 착유두수(cows-per-man hour)가 가장 적합한 단위임을 인식시켜 주었으며, 2인용 착유실에서 시간당 100-120두 정도의 착유목표를 쉽게 달성시켰다. 최근 Armstrong(1988)은 완전 자동화된 2인 작업용 대규모 착유실의 성능은 단위시간당 160두 까지 기대할 수 있다고 하였다. 그러나 현재 국내 착유설비의 성능은 단위인력당 10~15두(파이프 라인급 이하)에서 30~50두(팔러 시스템)수준에 불과하므로 단위유량에 대한 착유작업비용이 선진국의 그것에 비해 매우 높음을 알 수 있다. 이러한 결과는 설비형태의 영세성, 설비취급기술의 미숙 및 기능 자동화수준의 낙후성 등에서 비롯된 것이라고 생각된다.

“

착유종료후 신속히 빠져나갈 수 있는 신속 탈출문의 개발도 이채로운 것이었다. 즉, 종전의 탈출문들은 젖소의 전방 측면으로 비스듬히 열리도록 고안되었기 때문에 몸을 틀면서 빠져나가게 되어 있었으나 이 설비는 정면 머리부분이 들어올려지도록 설계함으로써 주저함 없이 직진할 수 있는 장점을 살린 것이다.

”

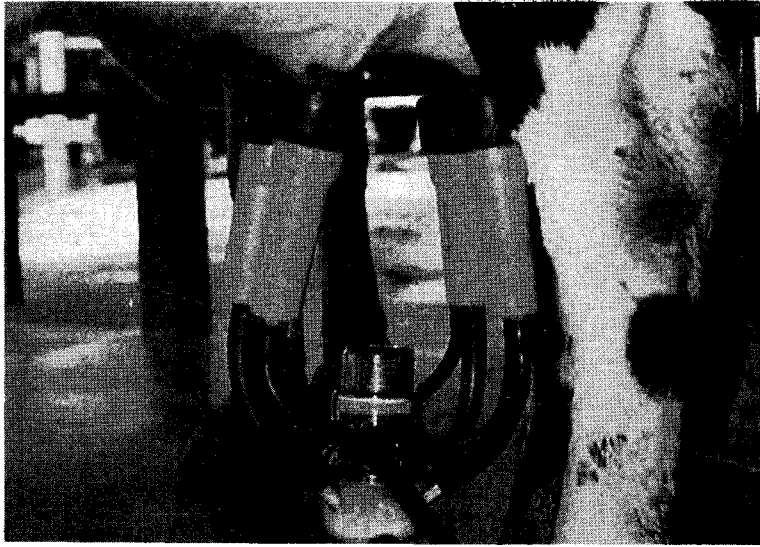
착유기 자동이탈장치와 대기장의 crowded gate (착유실 방향으로 젖소들을 밀어넣어주는 장치) 그리고 자동화된 착유상출입문(power entrance and exit gate)의 광범위한 채택은 1980년대의 착유실 설계방향을 회전형 착유실에서 대규모 복렬 헤링본 타입으로 전환시키는 계기가 되었다. 이것은 젖소나 관리자의 이동선의 합리성과 작업의 편의성이 탁월 하였던 로터리 팔러의 장점을 매우 저렴한 비용으로 살릴 수 있게 되었기 때문이다. 또한 지난 팔십 년대에는 기존헤링본 팔러보다 더 작은 그룹으로 젖소를 이동시킴으로써 착유실 출입시간의 허실을 크게 절약시킨 다각형 착유실(polygon type)도 등장하였다. 그리고 착유종료후 신속히 빠져나갈 수 있는 신속 탈출문(rapid exit gate)의 개발도 이채로운 것이었다. 즉, 종전의 탈출문들은 젖소의 전방 측면으로 비스듬히 열리도록 고안되었기 때문에 몸을 틀면서 빠져나가게 되어 있었으나 이 설비는 정면 머리부분이 들어올려지도록 설계함으로써 주저함 없이 직진할 수 있는 장점을 살린 것이다. 신속 탈출문은 '80년대 초엽에 이스라엘에서 첫선을 보였는데 최근에는 기존 헤링본 팔러에서도 선택품목으로 채택되고 있다.

신속 탈출문이 성공적으로 이용됨에 따라 대부분의 신형 착유실에는 이 설비가 기본시설로 채택되고 있는데 특히, 직각병렬식 착유상(side-by-side stall)은 이를 가장 효과적으로 활용하고 있다. 이 형태의 착유실은 착유상의 배열이 작업피트

와 직각이 되도록 설계한 것이므로 젖소들은 착유자에게 정확히 꼬리부분만을 보여주게 되며, 착유기는 뒷다리 사이로 부착하는 형태이다. 직각병렬 팔러는 헤링본형에 비해 작업자의 보행거리가 더 짧고 소가 정확한 각도로 서게되므로 같은 길이의 건물에 더 많은 착유상을 배열할 수 있다(O.C allaghan, 1988).

착유실 설비는 지속적으로 진화되어가고 있기 때문에 그 추세를 일일히 논하기가 쉽지 않으나, 두드러진 몇가지는 언급할 가치가 있다. 앞에서 잠깐 지적했던 즉석세척장치와 자동소독장치(automatic sanitizing system)는 대규모 착유실의 잇점을 극대화시켰다고 할 수 있다. 왜냐하면 재래식 설비들은 착유작업 못지 않게 착유기부품이나 원유저장탱크의 세척작업과 관리노력이 큰 비중을 차지하였기 때문이다. 그리고 '80년대 후반부터 쓰여지기 시작한 역류분사 소독장치(backflush unit)는 젖소 개체간 유방염의 확산을 거의 완벽히 차단해 주고 있다. 이 설비는 국내의 S목장에도 설치되어 있는데 한마리의 착유가 끝날 때마다 착유장치와 라이너를 ① 물세척 ② 소독액 분사 ③ 행굼 ④ 열풍건조의 순서로 소독해 준다.

착유실의 설비중 자동화된 스프링클러(일종의 샤워장치)의 도입도 이색적인 부분이다. 이 시설은 기온이 높고 건조한 지역에서 흔히 볼 수 있는데 젖소들이 착유실에 진입하기 전에 대기장에서 찬물 세례를 받도록 설계되어 있다. 이것은 비록 그 효



과가 착유실을 벗어나자마자 사라질만큼 짧지만 많은 연구보고에서 알려진 것처럼 무더운 환경에서 일시적이거나 더위를 유예시키는 것이 고온환경의 적응성을 증진시키기에 좋은 효과를 나타낸다는 점에서 설치하는 사례가 증가되고 있다. (Armstrong 등, 1988). 이러한 점을 고려할 때 한여름 무더위 극복대책의 일환으로 착유실에 간이 샤워시설을 구비한 목장들이 국내에도 상당 수 있다는 점은 긍정적으로 평가할만 하다.

그리고 1990년 말엽에 유럽의 A사는 착유실내 젖소의 이동시간과 자리를 정하는 시간의 허실을 극소화하기 위하여 기존의 시설체계와는 색다른 디자인을 개발해 냈다. 이 시설은 모든 착유설비를 미리 조립한 상태로 공중에 걸어두었다가 젖소들이 착유실(착유상과 주변은 텅 빈 공간으로 제공된다)로 자유롭게 걸어들어온 후 마치 연극의 무대장치가 내려오듯 착유설비 일체가 공중에서 하강하도록 고안된 것이다. 그 시설은 젖소들을 자연스럽게 유도하여 정확한 각도로 서서 착유에 임하도록 조정해 주며, 착유가 끝나면 다시 공중으로 들어올려지므로 착유실을 신속히 빠져나갈 수 있도록 설계되어 있다. 이것은 기본적으로 헤링본형 구조로 설계되어 있으며 출입시간의 단축과 통행시의 스트레스

를 최소화함으로써 착유작업능률을 증진시킨다고 선전되고 있다.

필자의 견해로는, 아마도 이 형태가 기존 팔러시스템을 개량할 수 있는 한계가 아닌가 생각된다.

2) 산유량의 자동기록

산유량을 전자장치로 자동 측정하고 기록하는 설비가 개발됨으로써 우유생산기술은 또다른 모습으로 발전하게 되었다. 이 설비는 유량측정장치, 착유실내 개체식별장치 및 성적기록 소프트웨어 등 세 가지 부분으로 구성되어 있는바 각기 오랜 개발과정을 거쳐 오늘에 이르렀다. 이들 세 부분이 통합적으로 자동화될만큼 개량된 것이 이용되기 시작한 것은 1985년경(미국)이며, 유럽지역에서 양산되기 시작한 시기는 1990년 부터이다. 이 설비가 개량되기 전인 1979년까지는 소의 유량계(milk meter)가 이용되어 왔는데 이것은 유량의 확인과 기록을 수동으로 처리해야 했으며, 이 시기에도 전자식 개체식별장치와 자동기록장치가 있기는 하였으나 판독의 정확도가 80~95%가 정도에 불과하여 완전한 활용이 불가능하였다. 최근에 개발된 것들이 만족할 만한 정확도를 지닌 것은 사실이지만 미국에서는 또다른 과제를 안고 있다. 그것은 과거부터 수동식

“

최근 시판되는 전자식 유량계들은 전자식 개체식별장치를 포함하는 경우가 많다. 따라서 한 차례의 착유가 끝날 때마다 개체별 유량기록을 정리하여 게시하는 수준까지 발전되어 있다. 그러나 이러한 설비들은 기존의 것에 비해 대부분 투자비용과 유지비용이 높다.

”

기록체계로 정리되어 온 국가 공인기록(DHI기록)과 새로운 기록체계를 어떻게 무리없이 효과적으로 연계하여 평가할 것인가 하는 문제인 것이다.

유량을 전자식으로 측정하는 대부분의 방법은 용적계(부피)를 이용한 것이나, 우유가 거품이 잘 형성되는 성질이 있고, 이 기계가 넓은 범위로 변화하는 유속(단위시간당 우유 방출속도)에 정확하게 작동해야 한다는 문제점 때문에 부피측정방법으로 유량을 정확히 평가한다는 것은 사실상 어렵다. 또한 미국과 유럽의 착유설비 사이의 차이점도 약간의 문제를 야기하고 있다. 그것은 유량계측방법의 차이에서 비롯되고 있다. 즉, 어떤 것은 부피로 측정하도록 설계되어 있지만 어떤 것은 우유 통과시간 또는 weighbridge(중량감지 장치)를 사용하여 기록이 남겨지도록 설계되었기 때문이다. 따라서 미국에 설치된 상당수의 유럽제 착유설비와 미세 설비 사이의 기록을 똑같이 평가하기 어렵다는 것이다.

최근 시판되는 전자식 유량계들은 전자식 개체식별장치를 포함하는 경우가 많다. 따라서 한 차례의 착유가 끝날 때마다 개체별 유량기록을 정리하여 게시하는 수준까지 발전되어 있다. 그러나 이러한 설비들은 기존의 것에 비해 대부분 투자비용과 유지비용이 높다.

3) 로봇 착유기

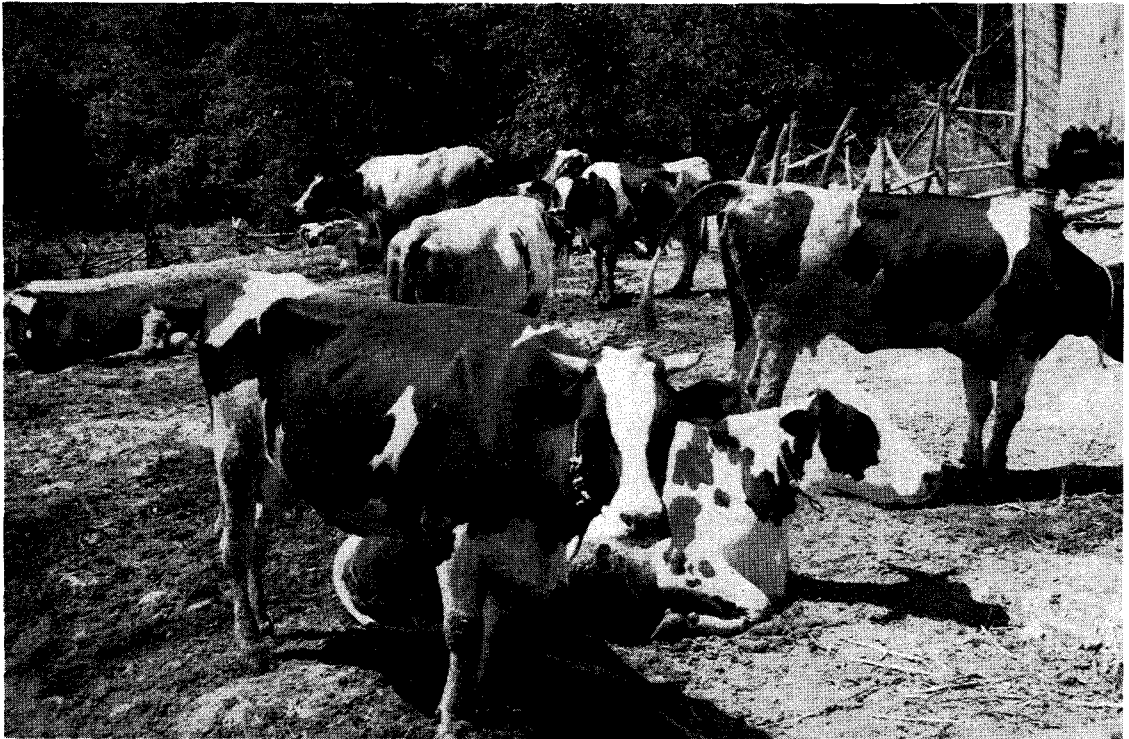
축산설비 기술자들은 오랫동안 로봇 착유기의 등장을 거론해 왔다. 그러나 1980년대 전반기까지 이 꿈을 이루려는 진지한 개발노력은 거의 없었다.

그러다가 1988년도 농기계 박람회에 몇종의 (Gascoigne-Melotte社와 IMAG의 합작품등) 로봇 착유기 시제품이 출품되었다.

조만간 대규모 목장에 로봇형 착유설비가 도입될 전망이다. 그 첫 기종은 아마도 자동 급사기능을 겸비한 형태로 설계될 것이다. 그리고 장차 이 설비들은 냉·온수 공급기능, 착유실내 배설물 청소기능, 전기 공급기능 및 우유저장을 위한 저장실과 벌크탱크까지 갖추게 될 것으로 기대된다. 따라서 오늘날의 착유실이라고 알려진 시설자체가 바로 이 시설로 대체될 것으로 보인다. 로봇 착유기는 기존의 측면출입식 우상을 거울 대칭형으로 설계될 예정인데 1대가 160두를 관리하게 될 것이다.

로봇 착유기를 도입하는 문제와 관련한 몇가지 고려점을 열거해 보면 다음과 같다.

- (1) 이 설비는 새로운 착유실의 건설을 구상하는 층을 주요 고객으로 삼을것이 확실시된다. 이 설비는 기존 착유설비에 접목될 수 없기 때문이다.
- (2) 이 설비의 도입은 노동력을 크게 절감시키겠지만 설비의 소독과 점검을 확인하는 작업은 여전히 필요한 것이며, 모든 젖소들이 착유되었는지를 확인하는 일도 사람이 하게 될 것이다.
- (3) 이 설비는 모든 젖소들을 자동으로 착유하지는 못할 것이다. 분만직후의 개체나 유방염 감염우 또는 환축 등과 같이 특별한 착유관리를 요하는 것들에 대해서는 별도의 취급이 필요하기 때문이다.



(4) 이 설비는 착유자극의 증진을 통해 재래식 1일2회식 착유설비보다 두당 산유량을 15~25%가량 증가시킬 것이다.

(5) 이 설비는 다른형태의 신형 착유실 설비와 경쟁이 될만한 비용으로 설치되기만 한다면 충분히 경제성을 보장받게 될 것이다

(Anonymous, 1988).

여기서 잠시 Vicon社에서 1988년에 개발한 “자동착유설비”(일종의 로봇착유기)의 기능을 살펴보기로 하겠다. 이 설비는 2열의 측면출입식 착유상을 구비하였고 착유작업자의 자리에 로봇 착유기가 위치해 있으며 착유상 출입문은 컴퓨터가 제어해 주도록 설계되어 있다. 그리고 로봇은 천정에 가설된 레일을 타고 각 착유상을 이동하면서 관리하게 되어 있다. 착유장치에는 전자식 유량계와 유방염 검사장치가 포함될 것이며 현 단계로는 유두세척을 유두컵 속에서 처리하도록 설계되어 있다.

즉, 유두세척을 마치는데로 전착(前捉)으로 들어가

는데 이때 생성되는 오염유와 세척수는 되빨는 형식으로 버린 다음 본착유 과정에 들어가도록 고안되어 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 로봇 착유기는 아직 원형단계의 제품들이 개발된 상태이지만 머지않은 장래에 기능이 대폭 강화될 전망이며, 이 시설이 보편화될 시점이면 낙농에서 사람이 할 일이란 기계작동의 감시기능과 예외적인 개체들을 돌보는 일이 고작일 것이다.

4) 전자식 개체식별장치

전자작동식 개체식별장치(EDI)는 가축의 생산성을 자동적으로 수집·평가하는 핵심기술이 되었다. 이 설비의 개념은 1970년에 Broadbent등이 집단수용된 젖소에 대한 개별급사장치의 형태로 처음 제시하였는데 지금은 전세계의 연구기관에서 널리 쓰여지고 있다. EDI에 관한 국제 심포지움이 1976년에 네덜란드 Wageningen에서 처음 개최된 이래

“

개체식별장치는 합리적인 기록의 수집 및 분석을 위해 널리 사용되고 있으며, 이러한 기록을 바탕으로 더욱 정확하고 과학적인 사양체계를 실천하게 되므로 우유 생산 비용의 절감과 젖소의 경제수명의 연장관리에 중요한 역할을 담당하고 있는 셈이다.

”

1983년 및 1987년에도 이와 유사한 국제 심포지움이 잇달아 열림으로써 낙농의 자동화가 촉진되었다.

EDI의 활용은 농후사료 자동급여장치로 이어졌으며 몇종류의 제품은 크게 성공을 거두었다. 초기에 개발된 대부분의 기종은 1976년에 개최되었던 심포지움에서 거론되었던 기술을 토대로 만들어졌다(Spahr와 Puckett 1985; Kuip, 1987). 이러한 EDI들을 착유실에 이용할 경우의 한계점은 개체번호의 식별거리가 10~15cm에 불과하다는 점이었다. (자력을 이용하였기 때문). 이 점은 제한된 공간내에서 사료를 섭취할 경우에는 별문제가 없겠지만 (소는 사료를 얻어먹기 위해 급사장치의 사료통에 바짝 다가서기 때문) 사료를 주지 않는 착유실이라면 머리를 두는 위치가 개체별로 제각각이므로 실효를 거두기가 어렵기 때문이다. 따라서 초기에 개발된 기종들은 기록획득의 자동화를 위하여 부득이 착유실내에 농후사료 분배장치를 병행하여 설치하였던 것이다.

Spahr등(1987)이 1985년 이전에 개발된 제품을 대상으로 정확도를 조사한 보고에 의하면, 머리쪽에 식별장치가 있는 이 계통의 전형적인 EDI의 자동 식별률은 80~90%에 불과하였으며, 이스라엘과 유럽지역을 대상으로 광범위한 조사를 실시하면서 식별률 증진을 위한 다양한 방법을 시도하였으나 95%이상의 성적을 보인 농가는 극히 적었다고 하

였다.

그러다가 1985년에 미국 Dairy Equipment 社가 문(門)통과형 감지장치와 새로운 EDI system을 개발하여 처음으로 개체식별률 99% 이상이 되는 제품을 내놓게 되었다. 이후 Alfa Laval社를 비롯한 여러 회사들이 매우 정확도가 높은 (99%이상) 시스템을 앞다투어 개발하였으며, 그 원리는 착유실에도 손쉽게 적용되었다. 즉, 요즘은 사료분배 장치에 쓰여지는 식별장치를 그대로 착유실에 접목시키거나 아니면 문 통과형 감지장치로 출입당시에 체크해 주는 두 가지 방식이 활용되고 있다.

Babson Broiners社(씨-지 제품)는 착유상에 안테나를 설치하는 독특한 방법으로 거의 100%의 식별률을 달성하는 데에 성공하였다. 이들은 막대형 안테나를 착유상 양측면 (헤링본형일 경우 머리를 두는 방향)에 설치하고 축전지로 작동하는 EDI를 이용하여 감지거리를 30cm 수준으로 향상함으로써 100%의 식별률을 올릴 수 있었던 것이다.

네덜란드의 Nedap 社에서 개발한 EDI system은 독일의 Westflia 및 Germania회사와 미국의 Universal社에서 판매하고 있다. 이 설비는 작은 이표 형태여서 설치와 이용이 간편하다는 평을 들었다(Kuip, 1987).

그리고 이스라엘의 Afikim 社는 기존의 제품과는 좀 색다른 형태를 내놓았다(Carmi, 1987). 이 EDI장치는 식별기능은 물론 젖소의 행동양식도 추적할 수 있도록 탁상용 컴퓨터 소프트웨어로 분석되어 발정중인 개체를 관리자에게 보고해 주도록 설계되어 있다. 이 설비는 현재 미국과 이스라엘의 대규모 목장에서 성능시험중에 있다.

이상의 흐름에서 알 수 있듯이 개체식별장치는 합리적인 기록의 수집 및 분석을 위해 널리 사용되고 있으며, 이러한 기록을 바탕으로 더욱 정확하고 과학적인 사양체계를 실천하게 되므로 우유생산 비용의 절감과 젖소의 경제수명의 연장관리에 중요한 역할을 담당하고 있는 셈이다. 따라서 장차 국내의 낙농설비 역시 이러한 국제적 기술발전의 추세를 고려하여 개선해나가지 않으면 경쟁력 확보가 어려울 것으로 보인다. 다음호에 계속