

## 로봇 착유기를 위한 젖소 체위측정 및 자세조정의 기초 연구

권두중 · 김 웅\* · 이대원\*

축산기술연구소

## Basic Study Measuring Cow Body Parameters and Adjusting Her Postures for an Robotic Milking System

Kwon, D. J., Kim, W.\* and Lee, D. W.\*

National Livestock Research Institute

### Summary

Physical parameters of milk cow were measured to design and build RMS(Robotic Milking System) with a tape-measurer and body parameter measurer. The parameters are very important variables to design an RMS. For the working zone space of an RMS manipulator and the movement blunting of milk cow, an interval frame was installed on the stall bottom, and then cow's behavioral reactions were tested.

The results from this study is summarized as follow.

1. On the general physical condition measurement, the maximum, minimum and average body length of cow which is related to the space that the manipulator could work into the RMS were 175cm, 144cm, and 163cm respectively. It appeared that the average distance between bottom and chest was 60cm.
2. The average length between fore teats, fore and hind teats and hind teats were 178mm, 150mm and 95mm respectively. It appeared that the average length between bottom and teat attachments was 544mm, and the average length between fore teats and tail-end was 331mm.
3. Although a cow kept a some extent length between hind legs for milking, it looked a stable pose. However, the cow kept a some extent distance between front legs for milking, it looked a unstable pose. Based on results of this test, an interval frame of stall bottom should be installed around the position which was located at its hind legs.

(**Key words** : RMS, Manipulator, Body parameters, Cow pose)

---

\* 성균관대학교 바이오메카트로닉스학과(Department of Bio-mechatronics SungKyunKwan University)  
Corresponding Author : Lee, D. W. Department of Bio-mechatronics, SungKyunKwan University, Suwon, Korea.

## 서 론

## 재료 및 방법

WTO에 따른 시장 개방, 노동력 감소와 노령화에 의한 일손 부족으로 어려움을 겪고 있는 우리의 낙농은 낙농가의 감소와 호당 사육두수가 크게 증가하고 있는 실정이다. 이로 인해 경영의 전업화가 가속되고 있으며, 노동력 부족이라는 문제를 해결하기 위해 자동화가 절실히 요구되고 있는 실정이다.

낙농에서의 기계화는 많은 부분에서 진행되고 있어 노동력 해소와 생산비 절감에 많은 기여를 하였다. 하지만 경영자의 연령이 낮아지고 지식은 높아짐에 따라 좀 더 많은 부분에 있어서의 자동화를 원하고 있다.

낙농에서의 착유작업은 낙농가에게는 매우 힘든 작업이라 하겠다. 여가를 즐길 시간을 갖지 못하며, 노동력면에서는 전체작업에서 50% 이상을 차지하여 과다투입현상을 보이고 있다.

유럽의 선진 낙농국가를 주축으로 세계의 낙농은 많은 분야에서 자동화를 통해 발전을 꾀하고 있다. 착유부분 또한 첨단기술을 도입함으로써 기술 집약적 농업을 이루고 더 나아가 노동력 해결과 고부가가치산업으로의 발전을 위해 노력하고 있다.

선진 낙농국가를 주축으로 세계 여러 나라에서는 이미 자동착유시스템을 개발·완료하여 시판중이며, 현재 외국제 착유자동화시스템의 국내 공급예정가는 2억~3억5천만원에 달하여 우리나라 농가에게는 사실상 적용이 불가능한 상황이다.

본 연구는 우리나라 실정에 맞는 로봇 착유기를 개발하기 위해 수행되었으며, 제작하기 앞서 설계변수가 될 수 있는 젖소의 체위를 측정기와 줄자를 이용하여 측정하였으며, 매니플레이터의 작업공간 확보와 젖소의 움직임 둔화를 목적으로 스톨(stall) 바닥에 간격프레임을 설치하여 젖소의 상태를 살펴보았다.

## 1. 실험재료

자동착유시스템의 설계변수 결정을 위한 기초실험으로 체위측정 및 스톨바닥에 간격프레임을 설치하여 젖소의 상태를 살펴보기 위해 현재 착유중인 농촌진흥청의 축산기술연구소에 보유하고 있는 홀스타인종의 젖소 30두를 대상으로 축산기술연구소의 전문가의 도움을 받아 체측기와 줄자를 사용하여 측정하였다.

## 2. 실험방법

## 가. 체위측정

일반적으로 실시하는 젖소의 외모심사 중 체위측정은 젖소의 번식이나 산유능력 등의 예측을 위하여 많이 이용되고 있으며, 부위와 명칭은 Fig. 1과 같다.

여기서, AB는 체고로, 기갑(鬃甲)의 최고부위에서 바닥까지 수직 거리, CD는 십자부고(十字部高)로서 십자부에서 바닥까지의 수직 거리, JK는 흉심(胸深)으로, 가슴의 깊이를 나타내는 것이며, XY는 흉폭(胸幅)으로 흉심위치의 다른 측에서의 최대 거리이다. EF는 체장(體長)으로 어깨끝에서 좌골단까지의 등선을 따라 수평거리, GH는 사체장(斜體長)이며, 어깨끝에서 좌골단까지의 직선길이, MN은 요각폭(腰角幅)으로 좌우요각의 최대 돌출부의 수평거리. OP는 관폭(髓幅)이며, 좌우관고관절부에서 최고로 돌출한 부위의 수평거리, QR은 좌골폭(坐骨幅)으로 좌우 좌골의 돌기(坐骨外突起)의 가장 돌출된 부위의 수평거리, JKXY는 흉위(胸圍)를 의미하며, 흉심과 흉폭위치의 둘레를 의미한다.

체위측정은 개체관리를 위한 각 체위값과 착유자동화시스템을 위해 필요하다고 생각되

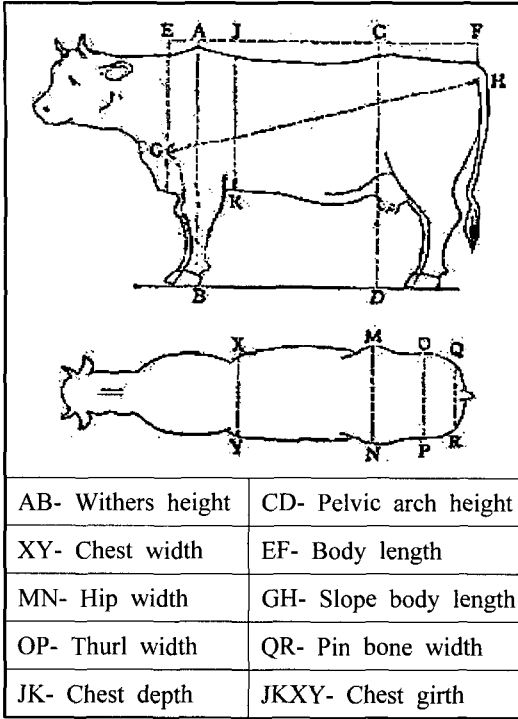


Fig. 1. Measured body parameters.

는 부분인 유두 사이의 길이와 바닥과 유두의 높이, 앞유두와 꼬리사이의 길이, 각 유두 간 거리를 측정하였다.

나. 젖소 자세조정

착유 자동화시스템에서 스톨은 젖소가 착

유를 할 때 젖소에게는 안정된 자세를 잡을 수 있어야 하며, 동시에 매니플레이터가 작업하는데 충분한 작업공간을 확보해야 하는 공간이다.

매니플레이터가 소 밑으로 접근해 들어가 작업을 수행할 때 충분한 작업공간을 확보하고, 대상체가 살아 움직이는 생물체인 소이기 때문에 매니플레이터가 접근해 가야 할 유두나 유방을 인식하여 위치정보를 획득할 때 소의 움직임을 둔화시킬 필요가 있다.

젖소 자세조정은 매니플레이터의 작업공간 확보와 소의 움직임 둔화를 목적으로 스톨 내에 소가 자리를 잡을 때 바닥에 설치된 간격프레임에 의해 다리를 벌리는 실험을 수행하였다.

간격프레임의 구조는 Fig. 2와 같이 폭, 길이, 높이를 각각 400mm, 2000mm, 및 75mm로 설계하여 착유 작업공간을 확보함과 동시

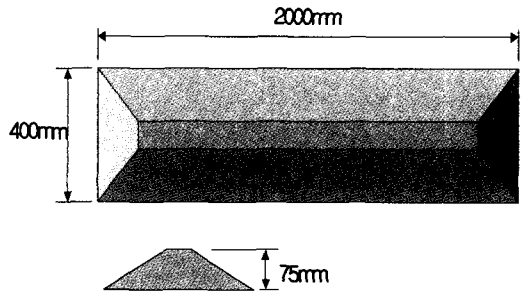


Fig. 2. Dimension of floor frame plate.

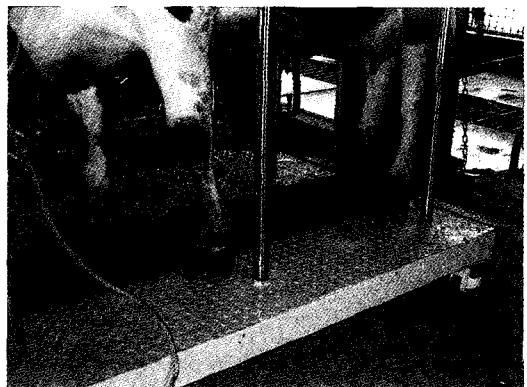
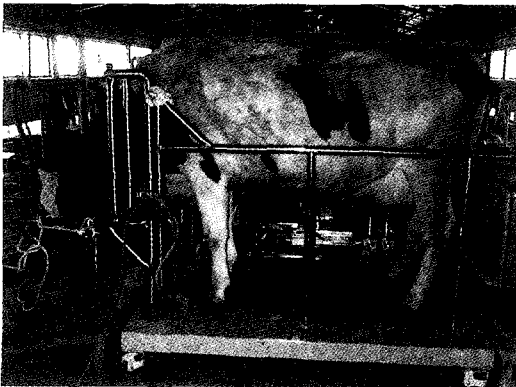


Fig. 3. Cow's posture on floor frame plate.

에 착유시 소의 앞·뒤 다리를 적당히 벌리도록 유지하였으며(Fig. 3), 좌·우측면을 경사지게 하여 소가 다리를 올려놓을 때 프레임 위에 다리를 딛지 않도록 설계하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 체위측정

착유 자동화시스템의 설계를 위한 체위측정은 일반적으로 실시하는 체위 10부분과 매니플레이터를 위한 5부분으로 측정하였다.

외모심사를 위한 체위측정을 실시하는 부위의 측정결과는 Table 1에 나타내었다.

일반적인 체위 측정에서 매니플레이터가 들어가 작업할 수 있는 공간과 관계가 있는 체장은 최대 175cm, 최소는 144cm이고 평균은 163cm로 나타났다. 또한 바닥에서 배까지의 높이는 십자부고에서 흉심을 뺀 값이라 할 때 평균값이 60cm로 나타났다. 체장과 십자부고에서 흉심을 뺀 값에 의해 이뤄지는 공간이 매니플레이터가 작업이 가능한 작업공간이 된다.

일반적인 체위측정 외에 착유자동화시스템을 위해 실시된 체위측정으로는 전·후 좌·우 유두 사이의 간격과 바닥에서 유두 부착점까지의 높이, 앞 유두와 미근부 선단까지의 수평거리를 측정하였으며, 측정된 결과는 Table 2와 같다.

앞 유두간 거리는 평균 177.78mm, 앞·뒤 유두간 거리는 평균 약 150mm, 뒷 유두간 거리는 평균 95mm로 나타났으며, 바닥에서 유두까지의 높이는 평균 544.4mm, 앞 유두와 꼬리까지의 간격은 평균 331.11mm로 나타났다.

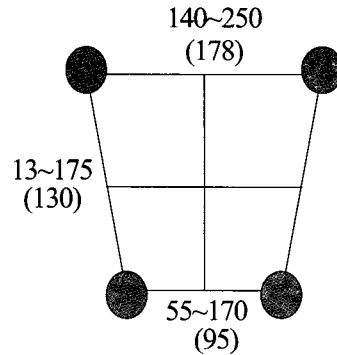


Fig. 4 Measured lengths among four teats for RMS.(unit : mm)

Table 1 Measured body parameters

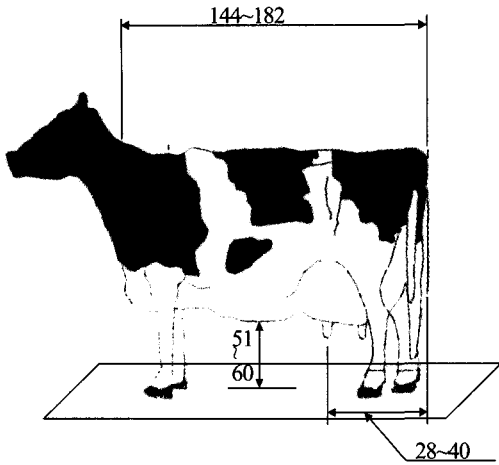
(unit : cm)

	JK	JKXY	AB	EF	GH	CD	MN	OP	XY	QR	Weight (kg)
Maximum	88	211	145	175	182	147	66	60	64	46	700
Minimum	71	183	123	144	144	131	53	48	45	34	405
Average	80.1	200	136	163	168	140.2	60.8	54.3	53	41.2	572

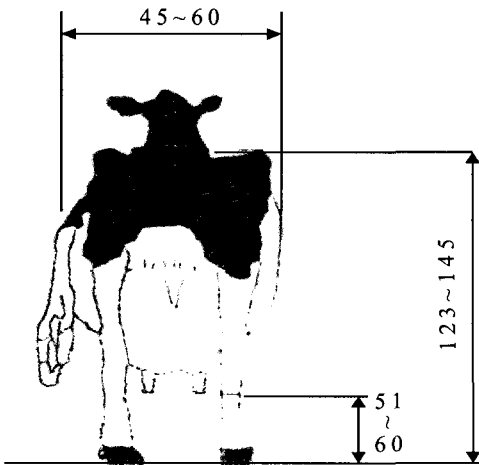
Table 2. Measured body parameters for RMS

(unit : mm)

	Length of between fore teats	Length of between fore and hind teats	Length of between hind teats	Length of between bottom and teat attachments	Length of between fore teats and tail-end
Maximum	250	175	170	600	400
Minimum	140	130	55	510	280
Average	177.78	150.56	95	554.44	331.11



(a) Side view



(b) Rear view

Fig. 5 Measured lengths of cow parameters for RMS.(unit : cm)

## 2. 젖소 자세 조정

착유자동화시스템에서 매니플레이터가 젖소 밑으로 접근해 들어가 작업을 수행할 때 충분한 작업공간을 확보하고, 생물인 젖소이기 때문에 매니플레이터가 접근해 가야할 유두나 유방을 인식하여 위치정보를 획득할 때

소의 움직임을 둔화시킬 목적으로 바닥에 간격프레임을 설치하여 젖소의 상태를 확인해 보았다.

실험결과 뒷다리는 어느 정도의 간격으로 벌려도 안정된 자세를 취하여 양호한 상태를 유지하였으나, 앞다리의 간격을 벌리는 것은 실험젖소 모두가 실험장치를 빨리 벗어나려고 하는 행동을 보여 이는 젖소에게 매우 불편한 상태를 보였다. 이 결과로 스톨바닥의 간격프레임은 뒷다리가 놓이는 부분에는 설치가 가능한 것으로 판단된다.

## 요약 및 결론

착유 자동화시스템을 제작하기 앞서 설계 변수가 될 수 있는 젖소의 체위를 측정기와 줄자를 이용하여 측정하였으며, 매니플레이터의 작업공간 확보와 젖소의 움직임 둔화를 목적으로 스톨바닥에 간격프레임을 설치하여 젖소의 상태를 살펴보았다.

본 연구의 구체적인 결과는 다음과 같다.

1. 일반적인 체위 측정에서 매니플레이터가 들어가 작업할 수 있는 공간과 관계가 있는 체장은 최대 175cm, 최소는 144cm이고 평균은 163cm로 나타났으며, 바닥에서 배까지의 높이는 평균 60cm로 나타났다.

2. 앞 유두간 거리는 평균 178mm, 앞·뒤 유두간 거리는 평균 약 150mm, 뒷 유두간 거리는 평균 95mm로 나타났으며, 바닥에서 유두까지의 높이는 평균 544mm, 앞 유두와 꼬리까지의 간격은 평균 331mm로 나타났다.

3. 젖소 자세조정에서 뒷다리는 어느 정도의 간격으로 벌려도 안정된 자세를 취하여 양호한 상태를 유지하였으나, 앞다리의 간격을 벌리는 것은 실험장치를 벗어나려는 행동을 보임으로써 소에게 매우 불안한 조건으로 판단되며, 스톨바닥의 간격프레임은 뒷다리가 놓이는 부분에는 설치를 하여도 좋을 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

1. 이성현, 최광재, 유병기. 1998. 착유로봇의 연구동향 및 전망. 한국농업기계학회지 23(6):641-647.
2. PD Dr. Dieter Ordolff. 1997. Melken Technik Arbeitsorganisation Automatisierung, 착유생산성 제고방안, 한국축산시설환경학회, 제3회 학술심포지움 19-63.
3. 이영진, 장동일. 1999. 로봇에 의한 착유컵 착탈시스템 개발을 위한 기초연구. 한국농업기계학회 하계 학술대회 논문집 Vol. 4, No. 2, 159-164.
4. 김종우. 2000. 낙농자원학. 선진문화사. 105-133.
5. Sonck, B. R. and H. W. J. Donkers. 1995. The Milking Capacity of a milking Robot. J. agric. Engng Res. 62:255-38.
6. Frpst, A. R., T. T. Mottram, M. J. Street, R. C. Hall, D. S. Spencer and C. J. Allen, 1993. A Field Trial of a teatcup Attachment Robot for an Automatic Milking System. J, agric Engng Res 55:325-334.