

로봇 착유기의 착유컵 자동착탈을 위한 착유우의 유두위치 조사분석

권두중 · 김 웅* · 이대원*

축산기술연구소

Position Analysis of Cow Teats for Teat-cup Attachment System on Robotic Milking System

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

National Livestock Research Institute

Summary

The distance between teats of each head on twenty heads of holstein was measured in Nation Livestock Research Institute of Rural Development Administration to find design variables on the teat-cup attachment system of the auto-milking system before milking. The distance between teats was tested by the steps for milk producing in the morning and evening.

The results from this study is summarized as follow.

1. The maximum and minimum length between front teats were 297mm and 112mm respectively, the maximum and minimum length between rear teats were 231mm and 36mm and the maximum and minimum length between left front and left rear were 220 and 84mm. And the maximum length of right front and right rear were 205mm and 90mm. A relative position of the each teats was asymmetric.
2. The size of teats, the length between front teats, and the length between rear teats by lactating period were very much changed for its milking.
3. The design variables on the teat-cup attachment system was found by the length between each teats tested. Since the position of teat-cup is changed by milking environment for a cow to milk, the design variables should be considered to be asymmetric area between four teat of cow.

(Key words : RMS, Teat-cup attachment system, Parameters)

<p>서 론</p> <p>현재 우리의 낙농은 시장 개방과 노령화에</p>	<p>의한 일손 부족 등 노동력부족 현상이 급속 히 증가하고 있다. 또한 전업화에 따른 낙농 농가수의 감소와 호당 사육두수는 증가하고</p>
--	--

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

있는 실정이며 노동력 문제를 해결하기 위해 자동화가 절실히 요구되고 있다.

낙농에서의 착유작업은 매일 규칙적인 노동을 필요로 하고있으며 전체작업에서 50% 이상을 차지하고 있어 힘든 작업이라 하겠다.

세계의 낙농은 유럽의 선진 낙농국가를 주축으로 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 낙농 국가를 주축으로 세계 여러 나라에서는 이미 자동착유시스템을 개발·완료하여 보급중에 있으나 고가의 시설비와 A/S 문제로 우리나라에서는 아직 도입 이용 상 어려운 실정이다.

본 연구는 국산화 로봇 착유시스템의 개발을 위하여 착유컵 자동착탈을 위한 설계변수가 될 수 있는 착유우의 각 유두의 상대적 위치를 알아보고 산유량, 비유단계별, 착유시간 등 각 변수에 따른 유두위치 관계를 규명할 목적으로 조사 수행하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

기존 인력에 의한 착유작업은 착유작업자가 눈으로 유두를 확인하고 손으로 유두에 착유컵을 삽입시켜 착유를 하게 된다. 하지만 자동착유시스템은 로봇 매니플레이터가 센서에 의해 유두를 인식하고 위치를 파악해야하므로 이는 매우 중요한 작업이라 하겠다.

본 연구에서 개발하고 있는 착유자동화시스템은 4개의 착유컵을 동시에 인식하여 장착시키는 방법으로 구상하였으며, 착유컵착탈시스템의 설계변수가 되는 각 유두간 거리 및 유두간의 상대 위치를 결정하기 위한 기초 조사로써 젖소 유두의 상대위치를 측정하

였다.

실험대상 젖소는 농촌진흥청의 축산기술연구소가 보유하고 있는 홀스타인종의 착유우 20두를 대상으로 하였으며, 비유기별로 오전과 오후 착유시에 2회/1일 조사하였다.

2. 실험방법

착유우의 유방은 우유가 가장 많을 때, 즉 착유직전에 가장 부풀어 있으며 이에 따라 각 유두의 거리도 가장 넓게 분포하게 된다. 또한 일반적으로 오후 착유시 보다 오전 착유시에 넓게 분포한다.

현재 일반적인 착유는 아침과 저녁으로 1일 2회 착유를 하는 것이 일반적이다. 본 조사를 위해 농촌진흥청 축산기술연구소(수원)에서 사육중인 착유우를 착유실에서 아침 착유시간인 오전 5시 30분과 저녁 착유시간인 오후 4시 30분에 실시하였으며 각 착유우별 산차, 비유경과일수(분만후 경과일수)를 바탕으로 아침과 저녁의 각각의 산유량, 4개의 유두가 이루는 평면적인 유두면적, 앞·뒤유두간격, 좌·우 앞뒤유두간격, 기준 유두에서 근접한 유두 등이 이루는 각도인 유두내각을 측정하고 비교·분석하였다. 젖소의 4개 유두위치를 알아보기 위해 젖소의 유두에 소독제인 적갈색의 베타딘 용액을 바르고, 이를 A3 크기의 종이를 사용하여 유두의 위치를

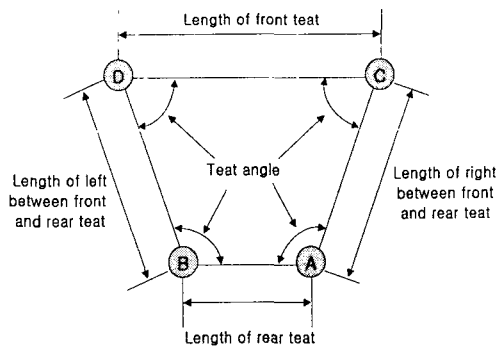


Fig. 1. Measured parameters of cow teats.

찍어 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 각 변수별 비교

가. 산차 및 산유량

조사대상 착유우의 산차는 초산에서부터 6산까지 분포하였으며 평균산차는 1.25산이었다.

1일 2회(아침과 저녁) 착유하였을 때 착유시의 산유량은 평균 10.31kg이었으며 아침에는 11.8kg, 저녁에는 8.82kg으로 아침에 비유량이 많았으며 두 당 1일 평균산유량은 20.6kg으로 나타났다.

아침 비유량이 저녁 비유량보다 많은 것은 1일 중 착유시간 간격이 저녁보다 아침이 약간 길었으며, 저녁시간 중 활동량이 적고 외적인 스트레스를 적게 받으므로 충분한 휴식으로 인해 산유량이 증가한 것으로 사료된다.

나. 유두위치 및 위치각도

4개의 유두가 위치하는 평균값은 평면적은

177.72cm², 앞 유두간격은 179.95mm, 뒤 유두간격은 104.5mm, 좌 앞뒤 유두간격은 129.43mm, 우 앞뒤 유두간격은 135.65mm, 기준 유두에서 근접한 유두가 이루는 각도인 유두내각은 A가 104.18°, B가 110.73°, C가 74.13°, D가 71.71°를 나타내었다.

4개 유두가 대칭을 이루는 최대 유두면적은 280.9cm², 최대 앞 유두간격은 297mm, 최대 뒤 유두간격은 231mm, 최대 좌 앞뒤 유두간격은 220mm, 최대 우 앞뒤 유두간격은 205mm, 최대 유두내각은 A가 128°, B가 153°, C가 93°, D가 90°으로 나타났다.

최소 유두면적은 66.4cm², 최소 앞 유두간격은 112mm, 최소 뒤 유두간격은 36mm, 최소 좌 앞뒤 유두간격은 84mm, 최소 우 앞뒤 유두간격은 90mm, 최소 유두내각은 A가 74°, B가 87°, C가 63°, D가 53°로 나타났다.

각 유두의 상대위치 및 유두내각은 비대칭으로 변화하였다.

다. 비유단계별 관계

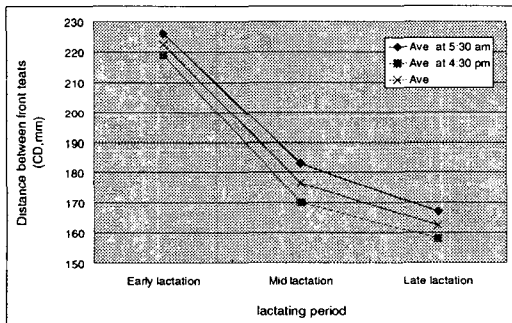
각 변수를 비유단계(경과일수→초기:0~60일, 중기:61~180일, 후기:180일 이후)별로

Table 1. Measured parameters for the teat-cup attachment system

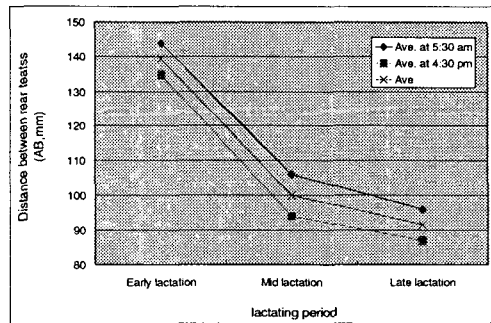
Length Time	Area (ABCD, cm ²)	Length of between front teat (CD, mm)	Length of between rear teat (AB, mm)	Length of between left and teat (BD, mm)	Length of between right and teat (AC, mm)	Angle between teats			
						∠CAB, (°)	∠ABD (°)	∠DCA (°)	∠BDC (°)
Average (5:30 am)	166.2	182.5	105.8	118.5	129.9	110.4	106.8	75.9	70.0
Average (4:30 pm)	147.8	170.0	94.4	111.1	122.3	109.1	110.3	70.9	69.8
Maximum	280.9	297	231	220	205	128	153	93	90
Minimum	66.4	112	36	84	90	74	87	63	53
Average	177.72	179.95	104.5	129.43	135.65	104.18	110.73	74.13	71.71

Table 2. Measured parameters by lactating period

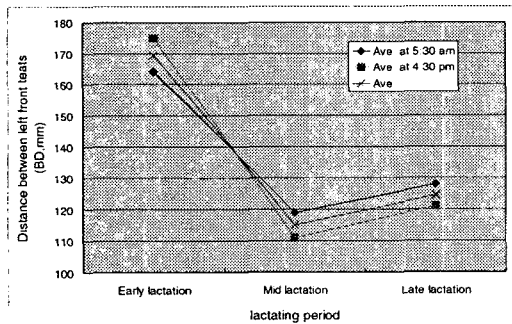
Lactating period (milking days)	Duration Average	Milking time	Milk yield (kg/head)	Area (cm ³)	Length of between front teat (CD, mm)	Length of between rear teat (AB, mm)	Length of between left front and rear teat (BD, mm)	Length of between right left and rear teat (AC, mm)
Early lactation	2.8	Average (5:30 am)	14.6	293.2	226	144	164	176
		Average (4:30 pm)	11.5	276.5	219	135	175	161
		Average	26.1	284.9	223	139	159	159
Mid lactation	1.9	Average (5:30 am)	11.7	166.2	183	106	119	130
		Average (4:30 pm)	8.8	147.8	170	94	111	122
		Average	20.5	157.0	176	100	115	126
Late lactation	3.0	Average (5:30 am)	10.5	154.7	167	96	128	131
		Average (4:30 pm)	7.6	137.3	158	87	121	126
		Average	18.1	146.0	162	92	124	129



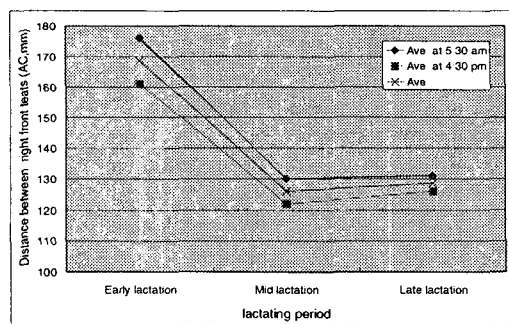
(a) Length of between front teat



(b) Length of between rear teat



(c) Length of between left front and rear teat



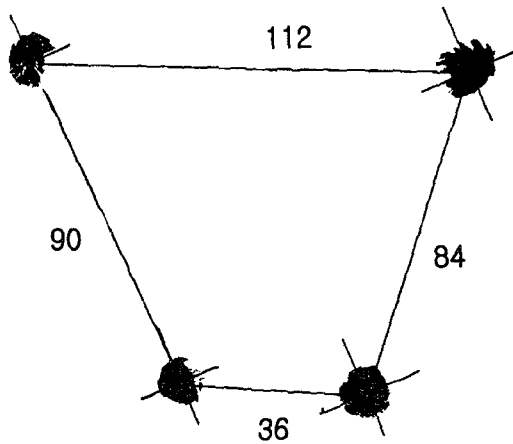
(d) Length of between right left and rear teat

Fig. 2. Measured position of teats vs. milking days depending on measurement time.

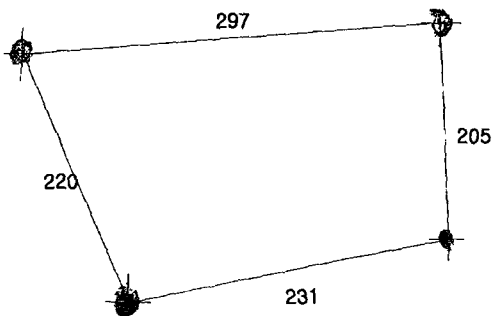
나누어서 분석하여 본 결과 비유량, 4개 유두가 차지하는 면적 및 앞 유두간격(CD), 뒤 유두간 거리(AB)는 초기, 중기, 후기 순으로 나타났다. 이 같은 결과는 비유단계의 비유곡선과 관계되는 것으로서 비유초기에 비유량이 많아지며 비유후기 임신 자축의 발육에 따른 비유량의 감소에 따른 비유생리를 보이기 때문으로 판단된다.

좌 앞뒤 유두간격(BD), 우 앞뒤 유두간격(AC)은 비유초기, 후기, 중기 순으로 넓게 나타났다.

2. 착유컵 착탈시스템을 위한 설계변수



(a) Minimum size



(b) Maximum size

Fig. 3 Measured lengths of four teats.

자동착유시스템의 착유컵 착탈시스템을 위한 변수로는 각 착유컵이 위치할 수 있는 영역을 잡기 위한 변수로서 측정된 각 유두의 길이로부터 구할 수 있다.

측정된 유두간 길이의 최대값과 최소값을 가지고 영역을 구할 수 있었고 그 결과는 Fig. 3와 같다.

각 착유컵별 영역은 착유환경, 착유우의 상태에 따라 언제나 비선형적으로 변화하므로 가능한 영역을 모두 포함함과 동시에 비대칭적인 위치를 위해 각각 개별적으로 위치를 잡을 수 있도록 설계를 해야 한다.

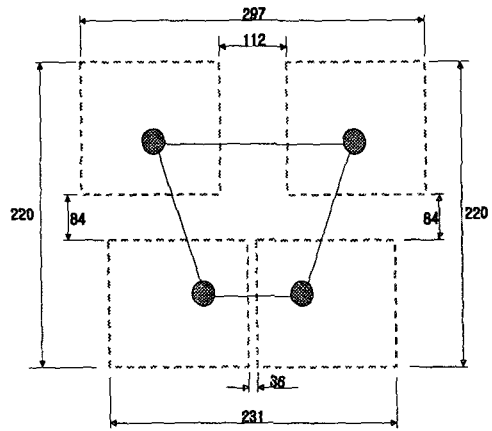


Fig. 4. Dimension range for design a teat-cup attachment system by measured parameters.

요약 및 결론

착유자동화시스템의 착유컵 착탈시스템을 위한 설계변수를 구하기 위해 농촌진흥청 축산기술연구소가 보유하고 있는 홀스타인종의 착유우 20두를 대상으로 착유전 착유우의 각 유두간 거리를 측정하여 비유단계별, 아침, 저녁 착유시에 위치를 알아보고, 이를 바탕으로 착유컵착탈시스템의 설계변수를 구하였다.

본 연구의 결과요약은 다음과 같다.

1. 앞 유두간격의 거리는 최대 297mm, 최

소 112mm, 뒤 유두간격은 최대 231mm, 최소 36mm, 좌 앞뒤 유두간격은 최대 220mm, 최소 84mm, 우 앞뒤 유두간격은 최대 205mm, 최소 90mm로 나타났다. 각 유두의 상대 위치는 비대칭으로 이루어졌다.

2. 비유단계별로 본 결과 초기, 중기, 후기 순으로 비유량, 4개 유두가 차지하는 면적 및 앞 유두간격, 뒤 유두간격이 컸으며, 아침이 저녁보다 큰 것으로 나타났고 좌 앞뒤 유두간격, 우 앞뒤유두간격은 초기, 후기, 중기 순으로 나타났다. 이는 비유생리에 의한 비유곡선에 따라 나타난 결과로 판단된다.

3. 착유컵 착탈시스템의 설계변수는 측정된 유두간 길이의 최대값과 최소값을 가지고 구할 수 있었으며, 각 착유컵별 영역은 착유 환경, 젖소의 상태에 따라 언제나 비선형적으로 변화하므로 가능한 영역을 모두 포함함과 동시에 비대칭적인 위치를 위해 각각 개별적으로 위치를 잡을 수 있도록 설계를 해야 할 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

1. 이성현, 최광재, 유병기. 1998. 착유로봇의 연구동향 및 전망. 한국농업기계학회지 23(6):641-647.
2. Dieter Ordloff, 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 4(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.