

미래지향형 축산기계화 모형개발^{*}

Development of livestock farm model

오인환^{*} 이종호^{**}

정회원 정회원

I. H. Oh J. H. Lee

1. 서론

축산경영은 생산성을 증대시켜 수익을 높이고자 飼育規模의 增大, 專業化, 細分化 등으로 나타나고 있다. 축산농가 당 사육마리수가 늘어남에 따라 소요노동력도 증가하게 되며, 여기에 대처하기 위하여 機械化 또는 自動化가 시도되고 있고, 이로 인하여 생산자재의 절약 효과도 얻을 수 있다. 다음 표 1, 2 에는 사육마리수와 사육농가의 변천을 나타내고 있다.

표 1. 가축사육마리수의 변천

(단위:천두수)

	1970	1980	1990	1996
한 우	1,286	1,472	1,622	2,844
젖 소	24	207	504	551
돼 지	1,126	1,784	4,528	6,516
닭	23,633	40,130	61,689	82,829

* 통계연감

표 2. 가축사육농가의 변화

(단위:천호)

	1970	1980	1990	1996
한 우	1,102	948	620	513
젖 소	3	18	33	21
돼 지	884	503	133	33
닭	1,338	692	161	187

* 통계연감

다른한편, 축산물의 소비량은 계속 증가추세에 있으며, 여기에 필요한 물량을 조달할 뿐만 아니라 수출에도 기여하기 위하여 가축사육두수는 당분간 증가할 것으로 전망된다. 그러나, 사육마리수의 증가는 필연적으로 가축분뇨발생의 증가를 가져온다. 우리나라의 축산에서 발생하는 분뇨의 연간 총량은 약 4,500만ton에 달하며, 이는 환경오염을 위협하고 있다 (표 3).

따라서, 수입개방에 대비하여 생산성 증대로 인한 경쟁력 향상과 환경을 보전하는 미래형 축산의 모형제시가 시급히 요망되고 있다.

+ 본 연구는 1996년도 한국농업기계학회 연구용역사업비를 지원받아 수행되었음.

* 건국대학교 자연과학대학 농업기계공학과

**전북대학교 농과대학 농업기계공학과

표 3. 가축배설물의 연간 발생량

축종	사양두수 (x 1000두,수)	배설량 (x1000t)		
		분	뇨	합계
젖소	551	4,313	2,942	7,255
한우	2,844	12,966	8,707	21,673
돼지	6,516	4,075	8,790	12,865
닭	82,829	3,702		3,702
계		25,056	20,439	45,495

2. 재료 및 방법

본 연구는 문헌을 토대로 하여 생력화의 척도가 되는 작업별 소요노동력, 작업단계별 분석, 그리고 모형을 제시하였다. 우리나라의 가축사육기술은 최근에 많은 발전을 하였다. 작업분야별 소요시간이 낙농의 경우에 527.8시간/두.년 ('85)에서 202.6시간으로, 비육돈의 경우에도 145.6시간/두.년 ('85)에서 15.0시간으로 감소하였으며, 이는 생력화 자동화에 기인한다 (표 4). 그러나, 축산선진국과의 비교에서는 표 5에서 보는 바와같이 낙농에서 3.5배, 비육돈에서 7.5배로 소요노동력이 많아 아직도 기계화의 여지가 많은 것을 알 수 있다.

표 4. 축종별 작업단계별 연간 노동투하량

작업단계	젖소 (시간/0.9회/ 두)	한우비육우	번식돈 (시간/2.1회/ 두)	비육돈 (시간/2.4회/ 두)	산란계 (시간/100수)	육계 (시간/4.7회/ 100수)
사료조제급여	62.2(30.7)	44.7(42.1)	42.7(39.8)	5.8(38.7)	23.1(24.5)	7.2(35.1)
건강관리	29.9(14.8)	22.0(20.7)	17.2(16.0)	3.2(21.3)	13.3(14.1)	5.4(26.3)
착유/우유 처리	53.0(26.2)	-	-	-	-	-
집란	-	-	-	-	29.2(31.0)	-
분만관리	5.8(2.9)	-	17.1(15.9)	-	-	-
축사청소	37.6(18.6)	31.4(29.5)	23.3(21.7)	4.1(27.3)	16.8(17.9)	4.0(19.5)
방목	2.5(1.2)	1.1(1.0)	-	-	-	-
구입/판매	2.7(1.3)	2.7(2.5)	3.6(3.4)	1.2(8.0)	7.6(8.1)	2.8(13.7)
기타	8.9(4.4)	4.4(4.1)	3.5(3.3)	0.7(4.7)	4.1(4.4)	1.1(5.4)
계	202.6 (100%)	106.3(100%)	107.4(100%)	15.0(100%)	94.1(100%)	20.5(100%)

작목별 작업단계별 노동력투하시간, 농촌진흥청 1996.5

표 5. 가축의 축종별 연간 노동투하량 비교

축종	노동투하량		비율(%)	
	한국	독일		
육우	번식우	149.1(시간/두)	21(시간/두)	710
	비육우	106.3(시간/1.0회.두)	13	818
낙농		202.6(시간/0.9회.두)	57	355
양돈	번식돈	107.4(시간/2.1회.두)	42	256
	비육돈	15.0(시간/2.4회.두)	2	750
양계	산란계	94.1(시간/100수)	20(시간/100수)	471
	육계	20.5(시간/4.7회.100수)	7	293

KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft. 18. Auflage 1996/97

환경부에서는 畜産廢水로 인한 환경오염을 방지하고자 관련법규를 계속 강화하고 있다. 1996년 7월에 개정된 법에 의하면 許可對象과 신고대상 범위가 하향조정되었다 (표 6). 허가대상의 경우에 방류수의 BOD를 150ppm 이하로, 신고대상의 경우에는 350-500ppm 이하로 하여야 하며, 부업규모에서도 1,500ppm 이하로 淨化를 하여 내보내야 한다. 이법은 앞으로 더욱 강화될 것으로 전망된다.

표 6. 축산폐수법

	허가대상*	신고대상	부업규모
돼지	1000 m ² 이상 (750두 이상)	250m ² 이상,1000m ² 미만 (180두이상,750두미만)	70m ² 이상,250m ² 미만 (50두이상,180두미만)
소,말	900m ² 이상 (75두이상)	350m ² 이상,900m ² 미만 (25두이상,75두미만)	120m ² 이상,350m ² 미만 (10두이상,25두미만)
닭,오리		500m ² 이상	150m ² 이상,500m ² 미만
양		500m ² 이상	150m ² 이상,500m ² 미만

*수질보전 특별대책지역 및 상수원 보호구역에서는 상기면적의 1/2이상으로 한다.

3. 결과 및 고찰

3. 1. 작업시스템분석

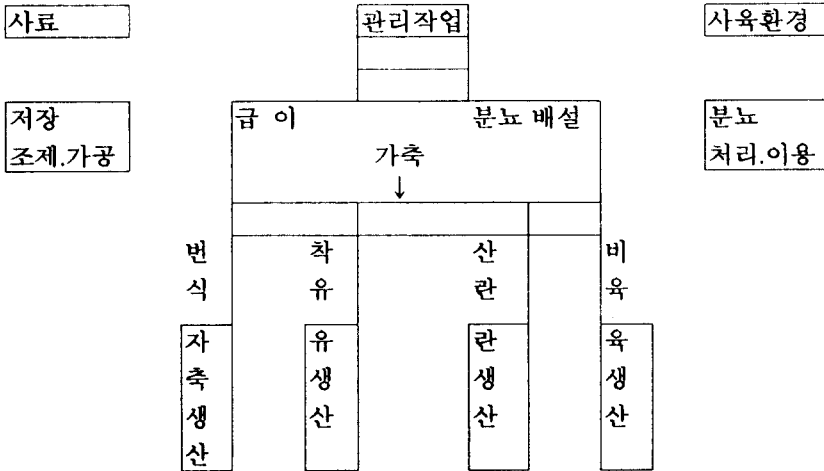


그림 1. 가축사양관리 시스템

급이작업의 공정은 취출, 운반, 혼합, 분배의 4공정으로 되며 취급되는 사료는 낙농에서 조사료, 농후사료로 구분되는데 조사료가 중량과 용적, 취급성, 저장성의 면에서 또한 일반적으로 자급생산을 하는 면에서 급이작업의 중심이 되고 있다. 조사료는 부단급이와 제한급이로 구분되는 데 1일 2회 정도로 급여한다. TMR조제를 하면 농후사료를 포함한 전체의 급여회수를 적게 한다.

비육돈의 경우에 많이 보급되어 있는 방식이 자동급이기로 無制限 給餌를 시행한다. 이 방법은 원리가 간단하고 시설비가 제한급이기에 비하여 저렴한 것이 특징이나, 전 비육기간을 통하여 사료 요구율이 0.2 정도 저하되는 것으로 알려져 있다.

낙농에서 착유작업이 차지하는 비율은 50%까지로 되며, 현재 양동이형 착유기에서 파이프라인 착유시설로 많이 바뀌고 있고 착유실도 점차 보급이 확대 되는 추세이다.

일반적인 환기방법으로 여름철에는 창문을 완전히 개방하며 보온덮개도 말아올려서 공기가 통할 수 있는 면적을 가능한 크게 하고 있으며, 환풍기도 이용하고 있다. 그러나 겨울철에는 창문을 비닐로 막아 바람이 들어오지 못하게 하고 있으며, 원치커텐을 이용하여 개폐를 자유롭게 조정한다.

분뇨처리는 노동력이 가장 많이 소요되는 작업분야로 기계에 의한 省力化의 효과가 크다. 분뇨처리는 작업순서에 따라 축사에서 저장소까지의 운반과 그 이후의 처리과정으로 나누어 볼 수 있다. 처리작업은 분뇨를 분리 또는 혼합으로 처리하느냐에 따라서 달라진다.

제분작업에 사용되는 기계로는 V자형 제분기 또는 스크레파 등이 있다. 작업자가 직접 작업방향을 조절하는 경우도 있고, 안내선을 따라 자동으로 작업이 이루어지기도 한다.

액상분뇨처리 방법에서는 축사에서 저장탱크까지의 운반을 적은 노력으로 할 수 있다. 축사의 바닥은 뜰바닥으로 되어 있으며, 그 밑에는 분뇨구가 설치되어 있어 배설된 분뇨는 이 분뇨구에 떨어지게 된다. 流出方法은 중력흐름식에서는 액상분뇨의 특성을 이용하여 연속적으로 흘러나가도록 하며, 가둠막이식에서는 일정기간 분뇨구에 저장을 하였다가 가둠막이를 제거함으로써 중력을 이용하여 일시에 흐르도록 하는 것이다. 전자는 주로 낙농에, 후자는 양돈에 적용되고 있다. 이 액상분뇨는 중간저류조에 약 3주 정도 저류되었다가 본 저장탱크로 운송된다.

내부분의 농가에서 분과 뇨를 분리처리하며, 분의 처리에 있어서는 단순 퇴적 방식이 주로 중소규모의 양축농가에서 많이 행하여지고 있다. 기계를 사용하는 醱酵乾燥方法은 주로 살포 경작지가 없는 중대규모의 양돈, 양계 농장에서 분의 처리방식으로 택하고 있다. 火力乾燥法은 연료비용관계로 아직 보급이 저조한 형편이다. 발효건조방법에서는 충분한 부자재의 확보가 금후의 문제로 대두되고 있다.

뇨의 처리방법은 간이 정화조에서 活性汚泥法에 이르기까지 대부분의 양축농가에서 정화처리방식을 택하고 있으며 중소규모에서는 간이정화조를, 그리고 대규모의 양돈농가에서는 활성오니법을 택하고 있다. 저장액비방식은 살포초지가 있는 낙농과 비육우 농가에서 이루어지고 있다.

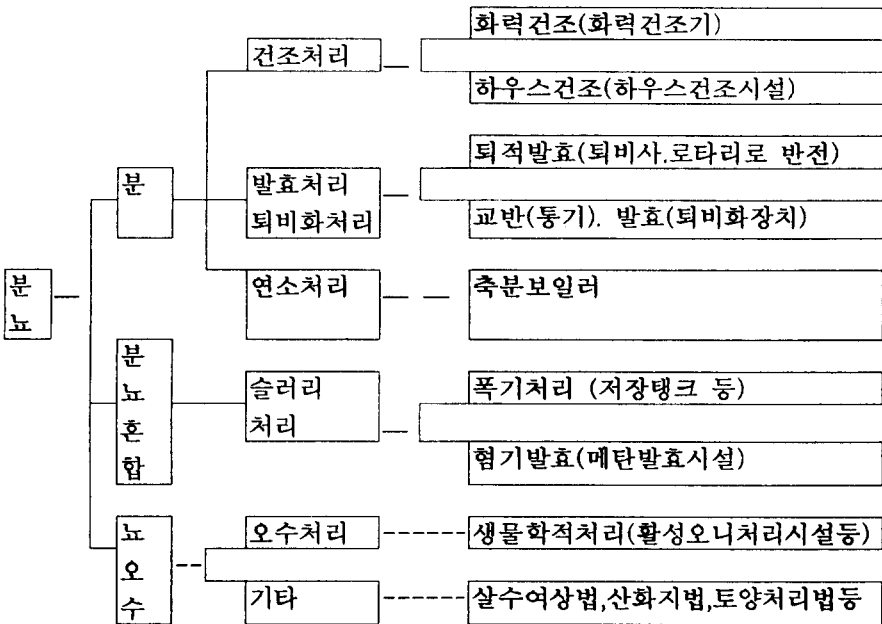


그림 2. 가축분뇨의 주요처리방법

3. 2. 모형개발

조사료의 생산에서 사일리지의 비중이 높아지고 있으며, 로울베일러에 의한 곤포사일리지 생산은 베일을 밀봉함으로 양질의 사일리지 생산에 결정적인 수단이 된다. 로울베일러의 고밀도화, 작업의 연속화에 추가하여 사일리지 조제용의 곤포작업과 동시에 밀봉이 가능한 기술이 개발되어야 한다.

경운,파종기술의 추세는 최소경운으로 대표되는 환경조화를 목적으로한 저투입 지속형 농업의 실현이다. 연구단계에는 로타리로 부분경운한 후 시비, 파종, 제초제를 살포하는 방식이 있고, 역전부분경로타리로 시비와 파종을 동시 작업으로 행하는 방식 등이 있다. 부분경운에 의한 것이 전면경에 비교하여 소요동력이 30-50%적이다. 이러한 경작업에 관해서는 첨단공업분야의 매킨트론스 기술을 응용한 작업의 로봇트화도 고려할 가치가 있다.

사일리지 취출 공정과 배분공정의 자동화와 시스템화가 도모되어야 한다. 사일리지 취출작업에서 작업자가 해방되고, 분배공정과 시스템화가 가능한 단순한 기계와 시설의 구성이 필요하다.

TMR방식(조사료와 농후사료의 혼합조제방식)의 도입확대가 필요하다. 혼합급여에는 유령의 증가, 유질의 개선, 번식성적의 향상, 소화기병 대사장해의 감소 등의 효과가 확인되어 있다. 또한 저질의 조사료원도 활용가능하며 저비용화가 된다. 여기에 혼합과 계량의 양적 조작의 고정도화가 필요하게 된다.

다회급여는 젖소에서 유량을 증가시킨다. 이것에는 시스템의 자동화가 필수적이다. 또한 다회급여에는 1두의 사조면적을 좁게 하는 이점도 있다. 축사설비를 Compact하게 하는 효과도 기대 가능하다.

표 7. 젖소의 사양관리 기계화 모형

작업	우사의 종류	
	계류식우사(40두규모)	방사식우사(80두규모)
(조사료 생산)		
경운	트랙터(74HP)+쟁기	트랙터(105HP)+쟁기
경운쇄토	트랙터+로터리	트랙터(105HP)+해로우
액비살포	액비살포기	액비살포기
비료살포	퇴비살포기	퇴비살포기
파종.진압	브로더캐스터	브로더캐스터
예취	파종기.진압기	파종기.진압기
건조.집초.곤포	회전식 예취기	회전식 예취기
운반	레이커.베일러	레이커.베일러
수확.세절	트레일러	트럭.왜곤
세절	옥수수 수확기	자주식목초수확기
사일로 적재	절단기	절단기
사일리지 취출,운반	블로우어 후런트 로더 트렌치 사일로(120톤 2기)	블로우어 자주식 로더,블록절단기 뱅크사일로(120톤 4기)
(사양관리)		
급수	무가온 자동 급수기	무가온 자동급수기
착유	파이프라인(3 Unit)	헤링본착유실(2x6) 자동이탈장치
냉각	냉각기(1500 L) 자동세척	냉각기(3,000 L) 자동세척
사료급여	사료혼합기 농후사료자동급여기	트랜스폰더 시스템 TMR시스템
분뇨처리	스크레이퍼 반클리너 퇴비사(130m ²) 액비탱크(350m ³)	중력흐름식 액비탱크(900m ³)

표 8. 양돈 사양관리 기계화 모형

작업		사육규모	
		번식돈 100두	번식돈 200두
번식돈	급수	이중자동급수기	이중자동급수기
	사료조제.급여	제한급여 부피조절자동급이기	제한급여 부피조절자동급이기
	분만관리	분만틀,보온상자	분만틀.보온상자
모돈	사양관리	상자형,계류형	계류형
	사료조제급여	제한급여 부피조절자동급이기	자동사료급이기 개체식별자동급이기
비육돈	사료급여	부단급이기 무제한	자동급이기 제한
환경관리		입.배기자동환기팬 열교환기	무창돈사 자동환기제어 열교환기
분뇨처리		스크레이퍼 퇴비사 270m ³ 뇨오수정화시설(처리용량 6m ³ /日)	스크레이퍼 가둠막이식(혼합분뇨) 저장탱크 발효건조시설 발효조 330m ³ 퇴비사 470m ³

표 9. 양계사양관리 기계화 모형

작업	사육규모	
	30,000수	100,000수
계사	계단식 4-5단 직립식 5-6단	계단식 4-5단 직립식 5-6단
사료급여	자동급이기	자동급이기
집란	계단식.직립식 산란케이지 자동집란장치	계단식.직립식 산란케이지 자동집란장치
선별 환기	중량선별기 개방계사 입.배기팬 환기제어	자동선별기 무창계사 환기자동제어
계분처리	계분건조장치 (계분벨트) 천일건조하우스(630m ²) 퇴비사(300m ³)	계분건조장치 (계분벨트) 발효건조시설(600m ²)

컴퓨터에 의한 가축의 개체별 관리가 가능하다. 계류식 방식에서는 개체관리, 제한급사, 방사식 방식에서는 군관리, 부단급이가 기본으로 되어 있다. 현재에는 전자가 압도적으로 많으나, 착유 급이작업의 생력화, 소의 스트레스경감, 나아가서 동물복지의 면 등에서 후자로 이행하는 것을 볼 수 있다. 그래서, 군내의 개체별의 산유능력을 최대한으로 하기 위한 고도의 개체관리, 제한급이가 필요하다고 본다. 이것을 위하여는 계류식과 방사식의 양 방식의 장점을 조합한 관리방식, 즉 방사식에 있어서 고도개체관리, 제한급이방식을 기술의 기본구성이 되게 하는 것이 요망된다고 사료된다. 젖소의 착유에 있어서 자동화는 자동분리장치를 장착한 착유기에서 현재 가장 많이 진전되었다. 종래의 작업자에 의한 착유에 비교하여 비약적으로 노력이 경감된다. 탄탱형 착유실에서도 자동분리와 젖소의 이동을 자동화한 시스템이 개발되고 있다. 방사식 방식에 있어서 적절한 군관리와 개체관리를 행하기 위한 개체식별장치(트랜스폰더)가 개발되어 컴퓨터와 연결되어 유량, 유온도, 유방염, 발정, 체중 등의 개체정보를 계측하는 시스템이 개발되고 있다. 착유실시스템을 중심으로 한 급이, 착유, 번식 등의 종합관리시스템이 검토되어야 한다.

에너지를 절약할 수 있는 대책으로는 熱交換機를 이용하는 방법이 있다. 열교환기를 사용하면 화석에너지에 의존하지 않고, 가축이 발산하는 열을 이용하여 외부의 찬공기를 가온하여서 돈사 안의 온도를 일정하게 유지시켜주기 때문에 代替에너지의 효과도 얻을 수 있다. 여기에는 地熱을 이용하는 방법도 있다.

가축분뇨처리에서 현재 부자재로 사용되고 있는 톱밥, 짚 등은 물량의 확보와 가격 등의 면에서 장래 곤란할 것으로 보인다. 부자재를 여하히 확보하느냐가 큰 관건이 된다. 대책으로는 해외에서는 신문지, 광고지, 또는 종이박스 등을 세단하여 이용하기도 한다.

축산경영의 규모확대가 진전되면 분뇨처리 시스템도 퇴비화, 슬러리, 액비의 농경지이용의 확대와 이에 추가하여 정화처리, 증발, 농축처리 시스템 등의 도입도 필요하다고 판단된다.

이상의 개발방향을 감안한 미래지향형 축종별 모델을 표 7, 8, 9에 나타내었다.

4. 요약 및 결론

국제 경쟁력의 여유가 있는 축산경영을 실현하기 위하여는 사양관리기술의 철저한 생력화와 저비용화, 작업자와 가축에 쾌적한 축사환경 등의 제공이 필요하다. 사양관리를 종합정보시스템화 하여서 개체별 생산능력을 최대한으로 발휘하도록 하여야 한다. 경제성의 확보를 위하여는 사육 규모의 증대가 필수적이며 기계화를 통하여 소요노동력의 절감을 도모한다. 대가축의 사육에서는 조사료 급여가 필수적이며 따라서 토지이용형의 농업기반이 조성되어야 한다. 분뇨의 토양환원이 가능하여 환경보전형 분뇨처리기술의 확대가 이루어 질 수 있다. 양돈에서는 범농가차원의 분뇨의 자원화 기술과 고도의 정화처리기술이 동시에 요구된다.

5. 참고문헌

1. Eichhorn, H. and H.-P. Schwarz 1992. Technik in der Schweinehaltung. 167 - 172 Jahrbuch Agrartechnik.
2. KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft. 18. Auflage 1996/97
3. Schön, H., R. Bauer and H. Pirkelmann 1992 Technik in der Rinderhaltung. 157-165 Jahrbuch Agrartechnik.
4. 농촌진흥청 1996. 작목별 작업단계별 노동력투하시간.
5. 농촌진흥청 1995 농업과학기술의 세계화를 위한 중장기 연구개발계획
6. 한국축산시설환경학회 1996 가축분뇨의 자원화 처리모델