

가축사육과 Energy

유 재 일*

1. 양축산업의 특성

축산물을 energy 측면에서 보면 그림 1 energy 순환도와 같이 여러 형태의 energy가 가축을 경유 순환하는 과정에서 일시적으로 축적된 산물이다.

인간이 양축업에서 최종적으로 얻고자 하는 우유, 고기, 알 등이 생산되는 과정에서 energy의 형태전환은 다음과 같이 이루어진다.

가축(생산체)은 환경과 사료에서 energy를 취하여 생리활동을 하여 생산을 하고 사료의 생산체인 식물은 필요수준의 환경 energy가 유지·공급되어야만 생명이 지속되고 생산(곧 energy의 축적)도 이루어진다.

이와같이 동식물의 energy원은 공히 환경에너지이고 양축에서 생산성을 높인다 함은 곧 energy의 축적율을 높이는 것이고 영양학에서는 사료효율을 높인다는 용어로 표현된다.

이처럼 양축의 목표가 효율적으로 energy의 축적물을 얻고자 하는 것이므로 축산관련 학문이 육종학, 영양학, 수의학 등 여러 분야로 분리되어 있지만 모든 분야의 궁극적인 목표는 생산재의 효율에 극대화 곧 에너지의 형태전환 효율의 극대화로 귀착된다.

양축생산은 생산과정상으로 2차산업과 전혀 상이한 특성을 가진다.

*축협중앙회



그림 1. 가축을 통한 Energy환경

양축산업에서는 생산체(가축)와 생산물(고기)이 동일체이며 생산은 가축에 의해서만 이루어지므로 생산의 주체가 가축이 되고 사람의 행위는 생산의 보조적인 역할의 범주내에 머무를 수밖에 없다.

2차산업에서는 생산체인 기계가 고장이 나더라도 이미 만들어진 생산물에는 아무런 변화나 손실도 오지 않는다.

그러나 양축업에서는 생산체(가축)가 병이 나면 생산량도 떨어지며 이미 만들어진 생산물도 줄어들고 생명을 잃었을 경우에는 생산물까지 함께 잃게 된다.

따라서 양축업에서는 모든 생산을 위한 행위가 가축의 건강을 전제로 하여 다루어지게 되며 여기에서 energy관리와 건강관리간에 이해가 상반되는 현상이 야기되고, energy관리는 건강을 해치지 않는 범위 내에서 이루어져야 한다.

2. Energy 관리

가축이 생명을 유지하고 생산하는데 이용되는 에너지원은 형태상으로는 가축의 주위에 존재하는 환경에너지와 사료에너지로 구분된다.

사료에너지의 효율은 환경에너지의 적고 많음에 따라 증감되며 영향을 받는 정도는 축종, 품종, 사육단계(어릴 때, 컸을 때) 생산수준의 고저 등에 따라 다르며 동일 환경에너지 상태에서도 습도, 바람 등 타 환경인자의 정도에 따라 서로 영향을 받는다.

소는 고온적응성은 낮으나 저온적응성이 매우 높은 축종이다.

온대 내지 한대지방에서 사육되고 있는 대부분의 소들은 높은 영양수준만 유지시켜 주면 저energy환경에서도 높은 수준의 생산을 지속한다.

홀스타인종 젖소의 경우 경제적 생리적 생산 최적온 범위는 10~15°C 수준이나 1일 산유량이 25kg 수준이고 충분한 영양만 공급되면 -17.7°C까지 최고산유량(적온대 산유량)이 유지된다(J. A. Speicher).

육우의 경우 캐나다에서는 영하 30°C 내외의 기온을 기록하는 날이 년중 20~30일 정도까지는 개방축사에서 사육이 경제적으로 유리한 것으로 보고된 바 있다.

우리나라의 시험에서도 젖소 숫소 비육시험에서 야외에서 방사 사육한 소들이 우사내에서 계류사양 비육한 소들보다 1일당 평균 증체량이 10%수준(1.04 : 1.13kg) 높았던 것으로 보고된 바 있으며(1983. 축시) 농가에서도 1970년대말부터 개방식축사 사육방식이 이용되기 시작하여 현재는 대중적으로 쓰여지기에 이르렀으며 방사 비육한 소들이 시장성도 좋은 것으로 알려지고

있을 뿐만 아니라 사육업자들은 경험상 이점으로 질병발생율의 현저한 감소를 들고 있다.

그러나 홀스타인의 경우 고온에는 매우 약하여 삼복간에는 산유량 감소율이 20~30%까지 되며 고습상태에서는 산유량이 더욱 떨어져(그림 2 참조) 소는 저온기보다 고온기에 대비한 관리 기술이 더 비중높게 다루어져야 하는 축종이다.

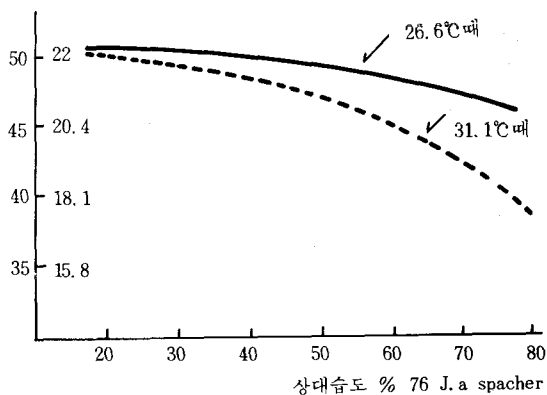
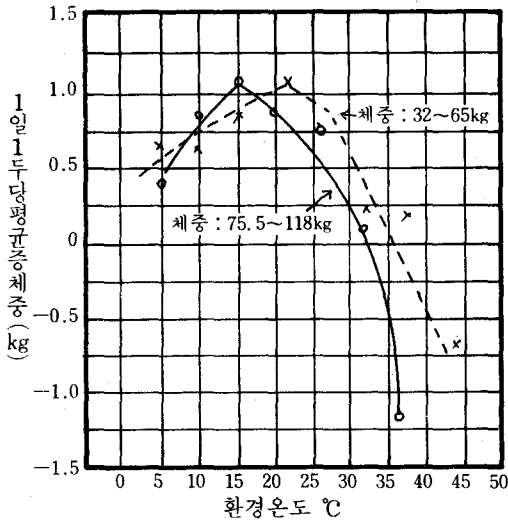


그림 2. 동일기온에서 상대습도 상승에 따른 산유량 감소

돼지는 성장시기별로 최적온대가 가장 크게 변하는 축종중의 하나로 갓 태어났을 때는 34°C 수준의 환경에너지가 요구되면서도 성돈에서는 15°C내외의 기온이 적온대이다.

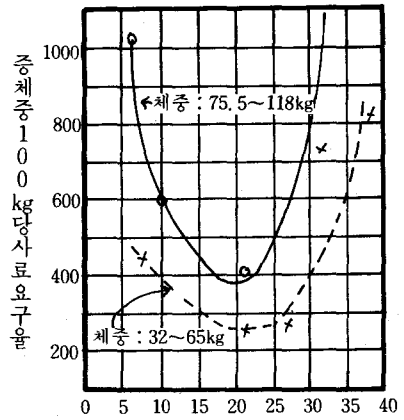
그리고 환경에너지 수준에 따라 생산성과 사료요구율도 가장 크게 변하여 환경에너지의 관리효과도 가장 크다. 그림 3에서 비육말기에 해당하는 체중 75.5~118kg대로 보면 환경온도가 15°C(생산최적온) 때는 1일 1kg까지 증체가 되나 기온이 10°C 낮아진 5°C에서는 15°C때의 1/2 수준인 500g 정도 밖에 자라지 못하며 1kg 증체당 소요되는 사료량(사료요구량)은 적온대에서는 4kg이내 수준이나 5°C 때에는 10kg을 상회하여 적온인 때의 2배반이나 되어 10°C수준의 환경에너지 감소는 2배반의 경제적 손실을 초래하는 결과가 된다.

그리고 돼지사육에서 사육환경관리상 특히 유의할 것은 그림 3에서 볼 수 있듯이 어릴 때 일수록 적온대가 높고 성장단계마다 요구 환경이



증체량과의 관계

그림 3. 환경온도와 돼지의 증체량 및 사료요구율과의 관계



사료요구율과의 관계

다른 점이다.

따라서 돼지의 사육시설은 성장단계에 따라 세분화(포유기, 육성기, 비육기, 임신기 등)할수록 관리가 용이하고 유리하며 축사는 에너지 보전율을 높일 수 있도록 (단열시공) 하여야 하고 고저온 양면에다 대비할 수 있도록 하여야 한다.

양돈은 환경에너지 수준에 따라 생산성과 생산재의 효율이 대단히 크게 변화하기 때문에 현대양돈을 환경생산성 경쟁산업이라고까지 표현한다.

환경생산성이라 함은 energy 환경과 위생환경이 동시(균형되게)에 만족시킬 때 극대화되며 energy 환경에 치우쳐 위생환경이 고려되지 않은 상태에서 좋은 경영성은 기대할 수 없으며 그 좋은 “예”가 S.P.F 돼지 사육시설이다.

닭은 소·돼지에 비하여 체온이 3°C 정도 높으며 (40.5°C~43°C) 경제적 생산적은 범위(4°C~26.6°C)도 넓게 보는 축종이며 환경적응성과 생산성을 고도의 수준으로 향상시킨 품종에서도 환경온도가 적온대 대비 10°C 정도 낮아지면 사료요구량은 16% 수준으로 커지기 때문에 경제적인 환경관리를 하면 수익을 크게 높일 수 있는 축종이다.

표 1. 계사기온과 산란계의 생산성

계사내비교 기온 산란율	비교난중	비교사료 요구율	사료비를 제외한 비교 수익
4.4°C	90 %	100 %	116 %
10.0	100	100	108
15.5	100	100	100
21.0	100	100	93
26.6	99	96	91
32.2	94	86	94

※ PD JAN 1984 마니옥종연구소

15°C 1수 1일 202kcal

5°C 1수 1일 220kcal

또 닭은 단위무게당 에너지 발산율이 높은 축종이어서 자체발산 체열이 사내온도에 미치는 영향도 크며 현재의 경향과 같이 단위면적당 사육두수를 극대화하는 밀집사육에서는 사내기온 관리필요성도 수용밀도의 증가에 비례하여 상승적으로 높아진다.

양계에서 1g의 단위는 절대적이라고 할만큼 큰 단위이다.

만일 1만수의 계군에서 1수당 1g의 사료요구율을 낮추었다면 전 계군에서는 10,000g의 사료를 절감한 결과가 되므로 계군이 대형화될수록 환경에너지 관리는 중요하여진다.

3. Energy 편중관리시 발생하는 문제점

우리나라 농가들에서는 아직도 저온기 및 환경 energy 보전수단으로 비단열건물(시멘트, 블럭벽, 슬레이트지붕 건물)을 비닐로 밀폐하는 방법을 주로 사용하고 있다.

이런 경우 약간의 보온효과를 얻을 수는 있으나 환기량의 부족으로 공기의 상태를 악화시켜 질병발생율은 높아지고 생산성도 떨어져 얻는 것보다 잃는 것이 커서 수익을 오히려 감소시키는 사례도 적지 않다.

그 예로 환경관리 잘못이 원인이 되어 산란계에서 폐계율이 높아져 닭 1수를 잃는 것과 계란 판매 수익과를 비교하여 보면 계란 1개의 순수익이 3원이고 모계 1수의 육성비가 2,700 원 선('85 : 농가평균 육성비)이면 모계 1수의 폐사손실은 계란 900개의 순수익을 상쇄하는 계산이 된다.

축사의 밀폐보온시 공기상태의 변화를 보면 온도의 상승과 함께 습도, 암모니아가스, 유화수소, 메탄가스, 탄산가스 등은 증가하고 산소는 감소한다.

이들 각 성분을 가축 및 환경에 미치는 영향으로 다시 구분하면 질식성(CO₂, CH₄), 자극성(NH₃), 독성(H₂S, Co) 및 병균발생 번식을 조장하는 것(습도) 등으로 구분된다.

가축에 미치는 영향은 농도의 증가에 따라 가중되며 농도가 낮을 때는 경미한 생리장애 현상으로 나타나지만 농도가 높아지면 직접 신체조직을 손상시키고 폐사에까지 이르게 하기도 하며 신체조직의 손상은 질병으로 진전된다.

일반적으로 환기불량에서 오는 영향을 논할 때, 질병의 원인이 강조되고 있으나 생리 작용의 이상으로 오는 손실도 매우 크다.

“예”로 높은 습도는 가축의 맥동수를 증가시키고(고습에서 저습대비 20%증가) 탄산가스의 증가는 호흡수를 증가시켜 에너지 소모량이 증가되고 생산성도 떨어뜨린다(생산량감소 그림1 참조).

환기불량시 증가하는 질병을 호흡기계 질환으로 국한시켜 논하는 경우도 많이보나 소화기계 질환도 환기량부족과 상관적인 관계가 있다.

밀폐보온 축사에서는 온도의 상승에 따라 필연적으로 습도의 증가가 동시에 이루어지고 이런 환경에서는 소화기계 질환을 유발하는 곰팡이나 세균 등의 번식에 호조건이 되어지며 가축은 세균과 접촉하는 기회가 많아져 관련 질병의 발생률도 높아진다. 이와같이 환경에서 기인된 질병은 환경의 개선이 선행되지 않고서는 근절될 수 없다.

많은 축산관계 자료들에서 환경의 위생적인 관리방법을 청결이라 강조하는 것으로 끝맺고 있으나 우리나라의 기후특성(여름철 : 고온다습)과 병균의 번식요건으로 볼 때 위생적인 사육환경은 건조를 전제로 한 청결이거나 건조가 우선되어야 할 것이다.

가축들의 유해가스에 대한 반응은 호흡수의 증가(탄산가스), 탈진(CO₂), 재채기(NH₃) 구역질(H₂S), 현기증(H₂S), 눈물흘림(NH₃), 심호흡(CO₂) 맥박수의 증가, 활동량 감소 등 여러가지 증상으로 나타나며 반응을 일으키는 농도는 가축의 종류, 성장단계 등에 따라 다르나 냄새가 있는 유해성분의 경우 사람의 후각으로 감지가 되는 수준이면 이미 가축에게도 영향을 미치고 있는 것으로 보면 된다(후각으로 느끼는 생리적인 거부반응의 표시이기 때문이다).

표 2. Gas별 치사 및 허용한계농도(병아리)

Gas	분자식	치사 농도	허용한계농도
탄산가스	CO ₂	30 % 수준	2 % 이하
메탄	CH ₄	5 " "	5 " "
암모니아	NH ₃	0.05 " "	0.004 " "
유화수소	H ₂ S	0.10 " "	0.004 " "
산소	O ₂	6% 이하	16% 수준

* University of Kentucky

인위적인 방식의 환기방식에서 완전한 조절은 높은 수준의 기술과 비용이 수반되므로 저온적응성이 높은 가축에서는 개방형 사육시설(자연 환기방식)이나 노천사육에 대한 연구와 이용이

늘어가고 있으며 시험보고 예를 보면 표 3과 같이 축사내 전체 공기량에 해당하는 양을 1시간 동안에 1회교환 하였을 때는 전두수가 폐조직이 손상되었으나 매시간 4회수준 교환하였을 때는 전두수가 정상이었으며 아무리 우사내 기온이 내려가더라도 매시간 우사내 공기를 4회 이상 교환(최저 환기율)하는 수준으로 환기를 시킬 것을 권장한다.

표 3. 젖소 송아지에 대한 환기요구량시험(이병율)

환 기 수 준	폐조직 손상
축사내 전공기 1시간 1회교환	전두수 손상
" 1시간 4회교환	전두수 정상

※ 1977-1978 Minnesota State University

시설양식별 질병발생율조사 “예”를 보면 표 4와 같이 전면개방형 사육시설이 폐사두수와 치료두수의 비율이 현저히 낮고 표에서 조사기간의 기온이 -17.7°C (0°F) 이하를 기록한 날이 31일이나 되었던 점으로 미루어 볼 때 동계간 송아지 사육에서 보온에 대한 지나친 강조는 재검토되어야 할 것으로 본다.

표 4. 시설양식별 송아지육성을 조사시험

시 설 양 식	공사두수	폐사두수	치료두수	청소노동
Cold Barn (전면개방형)	57두	1두 (1.7%)	17%	
Warm Barn (폐쇄형 사내 온습도인공조절)	34두	8두 (23%)	86%	차 없음

- ※ 1. Advance in Dairy Housing. 1979. W.H Collins
 2. 시험기관: Washington Agricultural Experiment Station
 3. 조사기간의 기온: -17.7°C (0°F)이하 기온 31회

단, 개방식 사육시설을 선택 이용코져 할 때는 정확한 시설양식 및 관리요령은 꼭 익혀 사용하여야 하며 우리나라에서도 젖소송아지 사육에서는 이미 개방식 사육시설 (calf hutch)이 많이 이용되고 있으며 표 4와 같은 성적을 인정받고 있다.

4. 환기의 원리와 수행방법

환기의 방법은 자연환경응용 방법과 기계력을 이용한 인위적인 방법으로 크게 구분된다.

자연환경응용방식은 저온장해기간이 길지 않거나, 단위면적당 사육두수가 많지 않아 자연방식으로 필요 환기량을 충족시킬 수 있을 때 사용되며 인위적인 방식은 단위면적당 사육두수를 증가시켜 밀집사육하거나 자연방식에서보다 공기상태를 좋게 유지하고자 할 때 선택된다.

자연환경 응용방식은 저온기는 축사내·외간의 기압차에 의한 공기의 이동원리만을 전적으로 응용하고 고온기는 자연기동(바람)과 기압차를 병용한다.

축사내외의 기압차는 축사내에서 발생하는 열로 인하여 공기가 팽창됨으로써 일어나고 그림 4와 같은 간단한 방법으로 측정되고 그림의 원리는 기압차를 이용한 환기 자동조절 스위치로도 이용된다.

공기의 이동량(사외에서 사내로)은 기압차가 크면 클수록 빨라지며 기압차에 따른 공기의 이동량은 기압차가 $0.04"$ 에서 $0.125"$ 로 3배 증가하는데 따라 2배로 증가한다. 그리고 환기구의 폭의 증가와는 정비례한다.

실제이용에서는 축사내 분간 총환기량을 계산하고 표의 흐름양으로 총량을 나누어 환기구의 필요 가로 길이를 산출하면 된다.

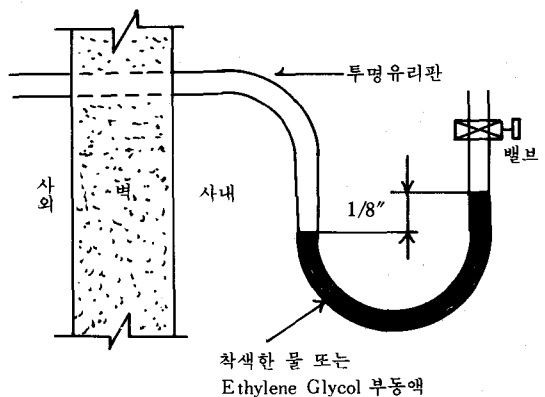


그림 4. 축사내외의 기압차

표 5. 환기구의 크기와 기압차에 따른 공기흐름량의 변화

환기구		측사내외 기압차					
세로 길이	가로 길이	0.04"		0.125"			
인치	cm	회트	ctm	m ³ /1분	ctm	m ³ /1분	
1	(2.54)	1	(30.48)	50	(1.41)	100	(2.83)
2	(5.08)	"	(")	100	(2.83)	200	(5.66)
3	(7.62)	"	(")	150	(4.24)	300	(4.48)
4	(10.16)	"	(")	200	(5.66)	400	(11.32)

※ cfm 1분간 입방휘트 공기이동
0.125"=1/8인치

기계력을 이용하는 방식에서는 신선한 공기는 불어넣고 배기는 동력을 이용하지 않고 배기구만 설치하는 방법과 입기와 배기 양쪽을 다 기계력으로 하는 방식(무창측사에서 주로 활용)중에서 선택 사용된다.

환기량은 사외기온, 사내유지목표온도, 습도, 사내에서 발생하는 열과 수분(습기), 건물의 열손실량(단열수준 및 개구부의 위치, 크기에 따라 변화)을 종합계산되며(전문가에 의해 계산됨) 요구량은 그림 5와 같이 기온의 상승에 따라 곡선형으로 증가한다(직선적으로 증가하지 않는 점에 대한 유의 필요).

그림 5의 환기량은 그림의 윗쪽에 표시한 조건일 때의 량이나 이와 다른 축종 다른 단열수준의 건물일 때라도 곡선의 경향은 비슷하며 실제환기시 유의할 점은 사외기온이 0℃ 이상으로 되면 환기요구량이 급격히 상승하는 점이다.

환기요구량이 급격히 상승하는 때는 질병발생의 위험도도 높다.

환기량을 기준하는 기준치는 습도를 기준으로 하는 경우와 습도를 기준하는 경우가 있으며 단열수준이 높은 건물에서는 온도를 기준하여야 하고 단열수준이 낮은 건물에서는 습도를 기준한다.

겨울철에는 이상 설명한 바와 같이 에너지수준을 유지하기 위하여 최소환기량 산출에 따른 계산이 요망되지만 자연환경 응용방식에서 고온기에는 사내기온이 사외기온에 가장 가깝게 접

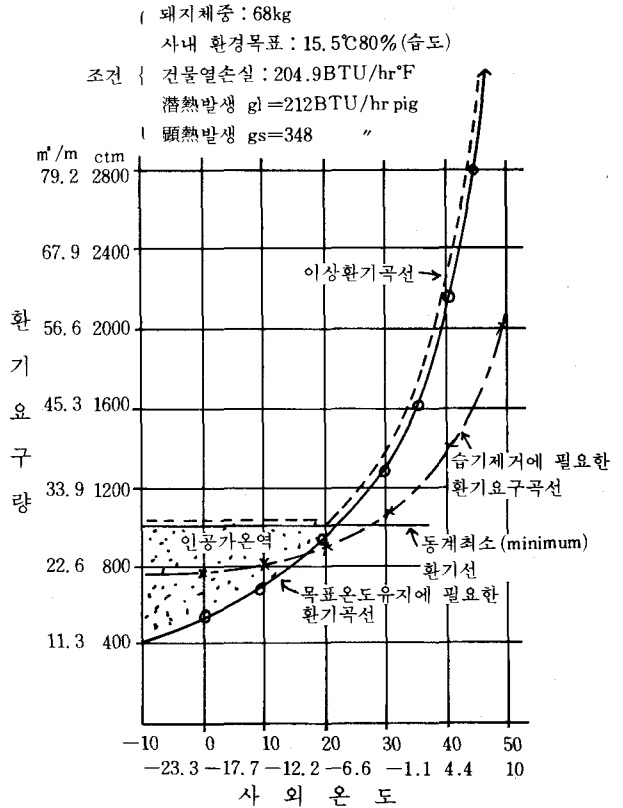


그림 5. 환기량 변화곡선

근되도록 하는 것으로 한다(통풍면적의 최대화).

저온기 환기때 특히 유의하여야 할 점은밖에서 들어온 찬공기가 바로 가축의 몸에 닿지 않게 하고, 일정율로 계속적으로 되게 하여야 하는 점이다.

이런 면에서 볼 때 창을 열고 닫아 환기를 하는 방식은 부득이하야 행하는 것이나 가축에 많은 스트레스를 준다.

기존 우리나라에 축사의 대부분은 입기구가 없으나 그림 6과 같이 꼭 입기구가 설치되어야 하며 입기구는 꼭 벽보다 높은 위치(벽의 상단이나 천정)에 설치하여야 한다.

입기구가 없는 축사에서 창을 비닐로 밀봉하였을 경우는 출입문 또는 구멍이 뚫린 곳에서 들어오는 섯바람의 속도가 측사내외의 기압차에 의하여 대단히 빨라지며 섯바람이 닿는 곳에 있는 가축은 생산성도 떨어지고 호흡기계 질병의 이병율도 매우 높으며 양계·양돈현장에서 혼

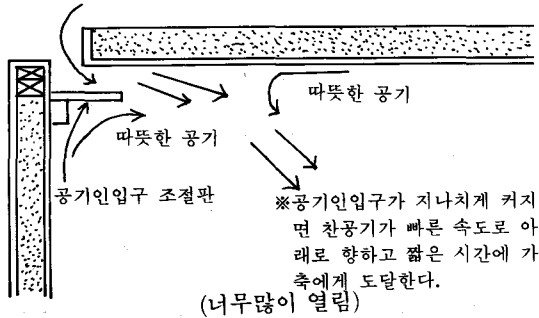
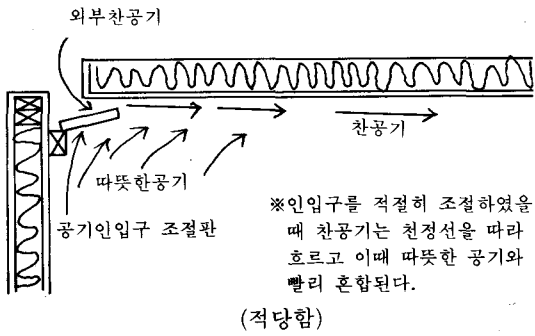


그림 6. 입기구의 설치위치와 개폐정도

히 볼 수 있다.

환기상태의 적부판정은 계기에 의하는 것이 정확하나 시각, 후각, 촉각 등으로도 위험선의 판정은 가능하다.

벽에 상애가 끼는 축사는 벽의 단열수준이 낮은 축사이며 천정에 이슬이 맺히는 축사는 배기구가 부족하거나 배기량이 부족한 축사이므로 냄새가 역하게 느껴질 때는 가축의 호흡기계 질환의 우려가 될 수준으로 유해가스가 축적된 것으로 보면 된다.

새벽관리를 위하여 축사에 들어갈 때 안개가 서리는 축사도 환기량이 부족한 축사다.

그림 7은 미국의 가축사육시설 핸드북에 수록된 개방식 우사의 입기구 설치요령 도면으로

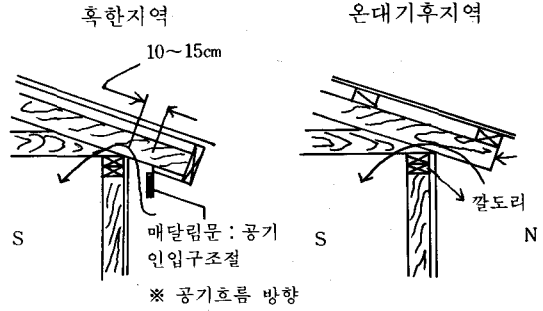


그림 7. 전면(남쪽) 개방식 사육방식의 공기인입구 설치방법

전면이 개방된 우사에서도 후면(북쪽) 벽 상단 전체(축사의 전체길이)에 폭 10~15cm(축사의 폭에 따라 증감)의 입기구를 설치토록 하고 있으며 우리나라의 축사들과 비교하여 볼 때 우리의 축사가 환기공간이 얼마나 부족한가를 실감나게 하는 예이다.

그림 7의 온대지역 환기구도는 깔도리와 지붕 사이의 공간("人"자보의 공간) 전체를 입기구로 한 것으로 중은 10~15cm간이 되며 이 위치에 그림 6의 공기흡입조절판같은 장치를 하면, 환기량도 자유로이 조절할 수 있다.

5. 맺음말

우리나라의 축사에 겨울동안의 상태를 환경면에서 총평한다면 거의가 숨구멍이 없는 축사라고 할 수 있다.

축사내에서 가축이 호흡하는 동안 축사 자체도 호흡을 하여야 하고 그 숨구멍(입기구)는 있어야 할 곳에 알맞은 크기로 있어야 하기에 건물의 단열은 열보전을 위한 선결 요건이다.