

환기방식 선택 및 관리시 고려할 점

1. 축산 환기란?

사전 상 환기(換氣, Ventilation)의 말뜻 해설을 보면 국어사전에서는 “탁한 공기를 빼고 새 공기로 바꿈”, “탁한 공기를 새 공기로 바꿈”같이 되어 있으며 영영 사전에는 “To provide(a room) with fresh air (신선한 공기를 공급)”로 해설하고 있다. 축사에서 환기를 짧게 요약하면 언어 사전 상 해설과 같이 요약될 것이나 현대 양돈시설에서 환기의 역할은 훨씬 광범위하다. 환기의 기본은 신선한 공기의 공급이나, 공기의 공급 및 배기와 함께 유해공기 성분 감소, 과습의 방지, 열



유재일 부부장
(축협 축산기술환경부)

에너지의 조절, 기동(機動)의 유지가 동시에 이루어져야 하며 이를 통하여 좋은 위생 환경과 최적 생산 환경이 지속되게 하는 것이 현대 축산 시설의 환기 목표이다.

2. 축산 환기 환경의 조건

축산에서 환기는 환경 조절을 위한 행위이며 환기 행위 자체도 주위환경에 의하여 방식이나 양 그리고 속도 같은 것이 선택되고 조절되어야 하므로 환기의 계획, 설계, 설치, 관리 등을 과학적으로 하기 위하여서는 이들(계획, 설계...등)의 실행에 앞서 환기 환경요소별 특징을 이해하고 잘 정리하여 적용하고 활용하여야 한다.

집의 형태를 갖춘 가축의 사육 시설에서 환기에 영향을 끼치는 요소를 크게 분류하면 자연환경, 건물, 가축, 그리고 인위적 행위(예 : 난방)의 네 부류로 구분된다. 자연환경 요소는 자연에너지(자연기온), 습기, 기동의 속도와 방위 같은 것으로서 이들 환경 요소의 변화 특성에 역행하지 않도록 환기를 포함한 환경제어 시설이 설치되고 관리되어야 한다.

우리나라의 기온 변화 특성은 연교차는 60℃에 이르며 일교차도 10℃를 상회하는 때가 많으므로 이를 대비한 환기 설비가 되어야 하며 자연습도의

특성은 고온기의 상대습도가 매우 높아 90%를 상회하는 때가 많으며 이 특성은 실내 환경 관리를 지극히 어렵게 하는 환경 요소이며 냉각수를 이용한 패드냉각 방식의 사용을 불가능하게 하는 요소이기도 하다. (패드냉각 방식은 상대습도가 75% 이상이면 냉각 효력을 상실한다)

또한 계절에 따라 풍향이 변하게 되어(하절기에는 남서간, 동절기에는 북서간)이 방향에 설치되는 배기팬에 역풍이 작용하게 되어 기계의 성능(배기량)이 역풍 속도에 비례하여 떨어지는 현상도 발생하게 된다. 이와 같이 자연환경 요소는 각기 요소별 환경영향상 특성을 가지므로 다른 나라에서 좋은 성적을 실현하는 시설방식이라도 우리나라에는 맞지 않을 수 있다. 그 예를 들어보면 북구(네덜란드, 덴마크)의 축사시설은 그곳의 자연환경(년간 기온교차 30℃내외, 최고기온 30℃내외)을 기준으로 설계된 것이므로 우리나라에서는 고온기에 심각한 문제가 생긴다. 패드냉각 방식은 고온 건조한 기후에서는 매우 좋은 냉방 방식이나 고온 다습한 환경에서는 전혀 성능을 발휘하지 못하고 오히려 피해(실내를 과습하게 하는 등)를 준다. 축사에서 건물의 기능은 과거에는 가축을 가두고 비·바람을 막아 주는 정도였으나 현대의 고도 생산성 시

설에서는 높은 열 보전 기능이 추가되었으며 사내온도의 변화는 환기량 증감의 요인이 되므로 적정 수준의 열 보전 기능이 확보되어야 환기 제어를 용이하게 할 수 있다. 따라서 환기 설비의 효율을 높게 실현시키려면 먼저 열 보전 기능이 완벽한 건물이 되어져야 한다.

또한 환기는 단순한 양적 개념의 기술이 아니며 양과(신선한 공기의 공급), 속도(공기흐름 속도) 및 균질도가 가축에게 적절한 수준으로 지속적으로 유지되어야 하는 기술이다. 그러므로 이들 환기3요소가 균형을 이루도록 하기 위하여서도 건물과 환기 설비는 조화를 이루어야 한다. 건물이 넓어지면 넓어질수록 환기는 어려워지며 불필요하게 높아지면 공기의 균질도 유지가 매우 어려워진다.

다음 축사내부 환경 곧 가축을 수용하면서 일어나는 환경 변화도 환경관리와 환기에 지대한 영향을 미친다. 최근의 가축 수용 경향의 대표적인 특징은 고밀도화로 사육 밀도의 증가는 환기량의 증가를 필연적으로 요구하게 되므로 환기에 무리가 따르지 않는 범위 내에서 수용 밀도가 높아져야만 한다. 자연환기 방식에서 수용 밀도의 지나친 증가는 고온기에 치명적인 손실 요인이 됨으로 이점 깊이 유의하여야 한다. 반대로 저밀도 사육은 저온기에

너지 환경 관리에 문제가 있으므로 이점도 철저히 계산되어야 한다.

요즘 현장에서 보면 자동제어장치(예: 기온감지기 이용)가 도입되고 있으나 매우 모순된 사례가 적지 않게 발견된다. 환기팬 제어장치로 온도감응 감지기를 사용하여 일정 온도(적온)를 설정하고 이 적온 이하로 사내 온도가 내려가면 팬이 멈추고 사내 온도가 적온 이상이 될 경우 팬이 작동하도록 하고 있으나 이것은 매우 잘못된 것이다. 그 까닭은 적온 이하로 사내 기온이 내려가더라도 동물이 필요로 하는 산소는 계속 공급되어야 하기 때문이다. 따라서 기계식 환기의 경우 특히 밀폐돈사에서는 사내 기온이 아무리 내려가더라도 하한 산소 공급을 위한 팬은 계속 가동되어야 한다.(Continues fan 이라고 함)

3. 환기기준

환기의 설계와 관리를 하기 위하여서는 먼저 사내 환경을 유지하기 위한 목표 기준을 설정하여야 한다.

〈표1〉에서 보면 고온기 사내 유지 기온 목표를 25℃로 하고 이를 유지하기 위한 환기량을 제시하고 있으며 이 환기량은 사내 외 기온차가(25℃기준)4℃를 기준으로 한 것으로 이 범위를 넘으면 목표 온도 유지가 되

〈표1〉 실내 온·습도 유지 기준(예)

체중	사내유지기준목표		유지습도상한	목표 온·습도 유지를 위한 환기량		내외온도차 기준 : 25℃ 실내외간
	저온기	고온기		최소	최대	
kg	℃	℃	RH%	m ³ /1시간, 두	m ³ /1두, 1시간	
180	12	25	85	11	95	4
150	12	25	85	10	85	4
125	12	25	85	10	75	4
90	16	25	85	8	65	4
70	16	25	85	7	55	4
50	16	25	85	6	45	4
30	18	25	85	5	36	4
20	20	25	85	4	28	4
10	20	25	85	2.5	18	4
모돈+자돈	16	25	85	25	167	4

※ (1) 모돈+자돈 : 포유중 또는 이유후 자돈이 동일 장소(사내)에 있을 때
(2) 자료 : Aktuell fran Lantbrukshogskolan(스웨덴)

〈표2〉 사육 단계별 필요한 환기(추천환기)율(두당)

사육단계	체중	기 후		
		저온기	적온기	고온기
	Lb(kg)	cfm	cfm	cfm
모돈 + 자돈	400(182)	20	+60=80	+420=500
초기 자돈	12-30(5.4-13.6)	2	+8=10	+15=25
자돈	30-75(13.6-34)	3	+12=15	+20=35
육성돈	75-150(34-68)	7	+17=24	+51=75
비육돈	150-220(68-100)	10	+25=35	+85=120
임신돈(종빈돈)	325(147)	12	+28=40	+110=150
종모돈(수태지)	400(182)	14	+36=50	+250=300

자료 : MWPS 8

- ※ 1. cfm=1분간 1입방피트(1M³=35.3입방피트)
- 2. +표시 숫자는 기온 상승에 따라 추가시켜 주어야 하는 환기량
- 3. 종부돈사의 환기율은 임신돈 환기율과 종모돈 환기율을 합한 것으로 함.

지 않는다. 우리나라와 같이 여름철의 기온이 35℃를 상회하는 경우 냉방 수단을 사용하지 않고 환기만으로 사내 기온을 자연기온(백엽상 내에서 측정된 온도)보다 낮게 유지할 수는 없다. 그러므로 사내 온도는 어쩔 수 없이 자연기온 상태에 가장 근접하게 유지하는 것을 목표로 할 수밖에 없다.

이때 우리가 할 수 있는 것은

가축 체표 주변에 풍속을 증가시켜 체감온도를 낮추어 주는 것뿐이다. 통풍이나 환기를 축사 내 실기온(온도계상 온도)를 낮출 수 있는 것으로 착각하는 경우가 많으나 축사 내부는 동물체라는 열원이 있으므로 환기만으로 돈사내 실기온을 자연기온보다 낮출 수는 없다.

〈표1〉에서 습도도 온도와 같이 지역의 자연환경 때문에 제

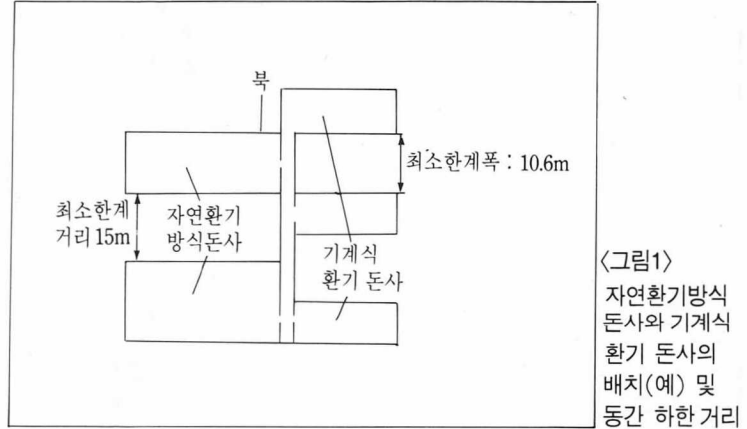
어의 한계성이 있는 환경요소이다. 우리나라의 경우 저온기에는 자연 습도가 낮고 저온의 공기는 수분 보유량(절대습도)이 고온의 공기보다 적으므로 환기량의 조절로 사내 습도를 목표 선으로 조절할 수 있으나 고온기에는 사내 외 습도(절대 습도와 상대습도)가 다 높으므로 사내의 습도를 자연공기의 습도 수준 이하로 낮출 수는 없다. 그러므로 습도 설계 목표도 자연공기 수준에 최근접하게 유지하는 것으로 하는 수밖에 별 도리가 없다.

〈표2〉는 돼지에서 환경을 저온기, 적온기, 고온기로 구분하고 그때마다의 추천 환기량을 제시한 것이며 이 표에선 저온기, 적온기, 고온기는 계절을 의미하는 것이 아니며 돼지가 적용하는 온도를 기준한 것이다. 〈표2〉에서 저온기 환기 추천량은 사내 기온이 적온 이하로 내려가더라도 계속 공급하여야 하는 공기량이며 이 양에 해당하는 공기는 기계식 환기의 경우 연속가동팬(Continues fan)을 계속 가동시켜 공급하여야 한다.

4. 환기 방식의 선정

현재 양돈 시설에서 이용되고 있는 환기방식은 자연환기방식(Natural Ventilation), 기계식환기방식(Mechanical Ventilation), 분뇨구환기방식

(Manure pit Ventilation)과 이들 방식을 2개 또는 그 이상 조합한 방식이 쓰여지고 있다. 이들 각 방식은 각기 적용 대상, 적용 범위가 있으며 각각 장단점이 있으므로 채택 이용시 충분한 사전 검토를 하여야 하며 각 방식의 적용 대상 및 범위와 장단점을 간추려 보면 다음과 같다.



가. 자연환기(Natural Ventilation)

자연환기 방식은 환기의 기본 방식이며 유체(流體)의 순환 순리를 응용한 방식이므로 자연환경을 포함한 주변 환경의 영향을 가장 많이 받는다. 미국 중서부 돈사 설계 기준에서는 자연환기 방식은 체중 75파운드(34.05kg) 이상의 돼지에서는 가장 좋은 방식(Natural Ventilation Works best for swine over 75Lb)이라고 설명하고 있다.

자연환기 방식은 자연계의 환경 순환과 유체(流體)의 흐름 원리를 응용하는 방식으로 자연환경 순환 순리를 거슬러지 않도록 시설을 설치하여야 한다. 이 방식의 채택시 우리나라에서 가장 유의할 점은 축사의 터와 방향으로 터는 공기의 흐름이 좋은 곳이어야 하고 방향은 고온기 추계절풍을 최대한 이용할 수 있는 방위(정남향)로 하여야 하는 점이며 동과 동간(축사와 축사)의 거리(15

〈표3〉 온난기후때 벽 개방 폭

돈사폭	양쪽물매형		한쪽물매형	
	앞, 뒷벽		뒷벽쪽	앞벽쪽
피트 cm	인치 cm	인치 cm	인치 cm	인치 cm
10~15 (305~457)	24 (60.9)	12 (30.5)	36 (91.4)	
16~20 (458~609)	30 (76.2)	16 (40.6)	48 (121.9)	
21~25 (610~762)	36 (91.4)	18 (45.7)	60 (152.4)	
26~30 (763~914)	42 (106.6)	24 (60.9)	66 (167.6)	
31~35 (915~1066)	48 (121.9)	-	-	
36~40 (1067~1219)	60 (152.4)	-	-	

자료 : MWPS-8

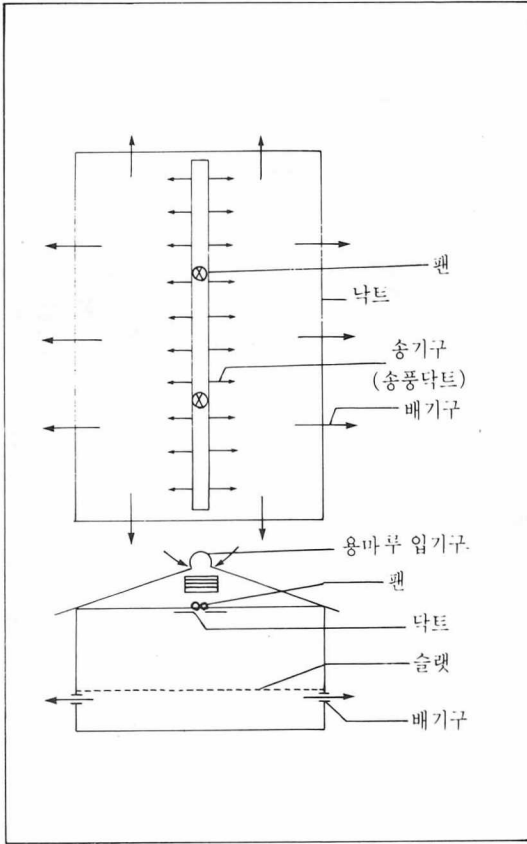
m)도 기준을 준수하여야 하며 고온기 대비 충분한 통풍 공간을 확보하여야 한다(그림1), 〈표3〉 참조

나. 기계식환기

기계식환기는 자연환기방식에 인위적(기계적)수단을 추가한 방식으로 양돈에서는 분만돈사와 자돈사에서 주로 사용되며 과학적으로 설치·관리시 생산성을 크게 향상시킨다. 환기시스템의 구성은 쉘(fan), 조절장치, 공기인입구(inlet), 배기구(outlet)로 구성된다. 공기공급량의 기준은 〈표2〉와 같고

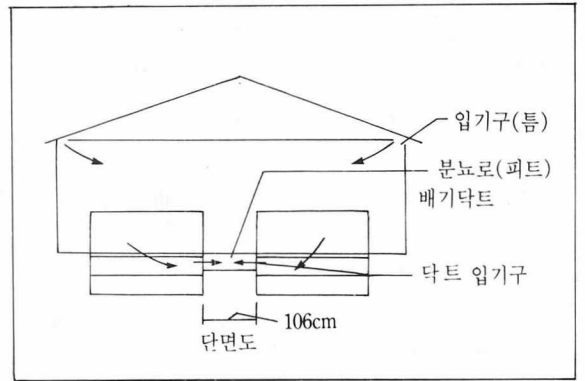
(미국 중서부 기준) 입기구에 서 공기의 흐름 속도는 700-1,000fmp(1분당 210-330m)이 유지되어야 하며 이 속도를 유지하기 위하여서는 입기구의 크기가 정확히 조절(환기량 변환)되어야 하고 쉘의 성능도 정확히 유지 관리되어야 한다.(양돈협회 발행 핵심돈사시설 기계환기향 참조)

기계식환기 방식에서는 입배기 방식에 따라 불어넣기 방식과 빨아내기 방식으로 구분한다. 기계식 환기 방식 채택시 특히 유의할 점은 비상시 대책이다. 이 방식에서는 환기를 기



〈그림2〉
불어넣기
환기체계

〈그림3〉
지하배기방식
공기 흐름도



계에 주로 의존하므로 기계가 멈출 때(전기 단전이나 모타고장)가축에게 치명적인 영향을 끼치므로 기계가 멈추지 않도록 세심한 관리를 하여야 하며 고온 조절 불가능 시를 대비한 충분한 개폐 장치(예: 창문)도 설치하여야 한다. 그리고 자동화 설비의 이용 시 기계가 자동으로 작동하기 위하여서는 더욱 세심하고 주기적인 정기 점검 및 정비를 하여야 한다.

건물은 적정 단열 수준을 유지하여야 하며 정확한 환기가 되도록 하기 위하여서는 기계 작동시 입기구와 배기구를 제외한 곳은 공기가 새지 않도록

밀폐 상태를 유지하여야 한다.

다. 피트환기(Pit ventilaion)

최근 농가가 많이 선택 사용하고 있는 슬랏설치방식 돈사(농가에서 슬러리 돈사라고 부름)에서 사용하는 방식이다. 설치와 운영 요령은 기계식 환기와 같고 공기의 흐름은 〈그림3〉과 같다.

이 방식은 피트(분뇨구)에서 발생한 유해 가스가 돼지의 생활장소를 거치지 않고 배기가 되도록 한 것으로 지하 배관 지하 배기 방식이다(〈그림3〉참조) 지하 배기 용량은 〈표2〉 저온기 기준(환기량)을 적용하며

중온 이상에서는 일반기계식 시설 방식이나 자연환기 방식을 적용한다. 피트환기시 특히 유의할 점은 배기팬을 연중 중단하지 않고 계속 가동시켜야 하는 점이다.(양돈협회 발행 핵심돈사시설 피트환기항 참조)