

환경조건과 시설이 돼지의 생산성에 미치는 영향 (中)

◇...돈육생산비를 절감시키기 위한 첫단계 과제는 사료비를 최소화 하는 것이다. 그런데 현실적으로 사료의 품질과 돼지의 능력은 이미 국제수준에 도달해 있으므로, 사료비의 절약을 위한 현실적인 대책은 사료요구율을 최소 수준으로 유지할 수 있도록 환경을 조성해 주는 것이라 할 수 있다.

따라서 최근 양돈업계에서 크게 관심을 모으고 있는 생산성 향상을 위한 관리요인과 환경적 요소 그리고 시설요인에 대해 3회에 걸쳐 김동균 교수(상지대 축산학과)의 글을 연재하기로 한다<편집자 주>...◇

<10 월호 137쪽에서 계속>

4. 열환경 요인과 돼지의 생산성

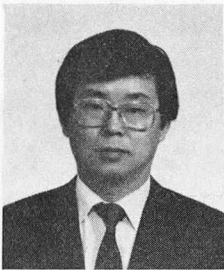
1) 돼지의 생활환경

가축의 환경을 넓은 의미로 말하면 체내환경(internal environment)과 체외환경(external environment)로 구분하여 생각할 수 있으나, 일반적으로는 가축의 몸 주변의 모든 인자를 환경이라고 부른다.

가축의 환경요인들을 분류하는 방법은 그동안 여러 가지로 소개된 적이 있으나, 최근에 Leonard등(1987)은 <그림-1>과 같이 정리하였다.

즉, 가축이 생존하고 있는 주변공간에는 공기의 품질을 비롯한 각종 기후인자들과 관리요인을 비롯한 여러가지 비 기후적 환경인자들이 존재하면서 항상 가축에게 육체적으로나 심리적으로 부담을 주고 있으며, 이러한 환경구성은 시설이라는 수단을 통해 가축의 생산활동에 유리한 방향으로 조절될 수 있다.

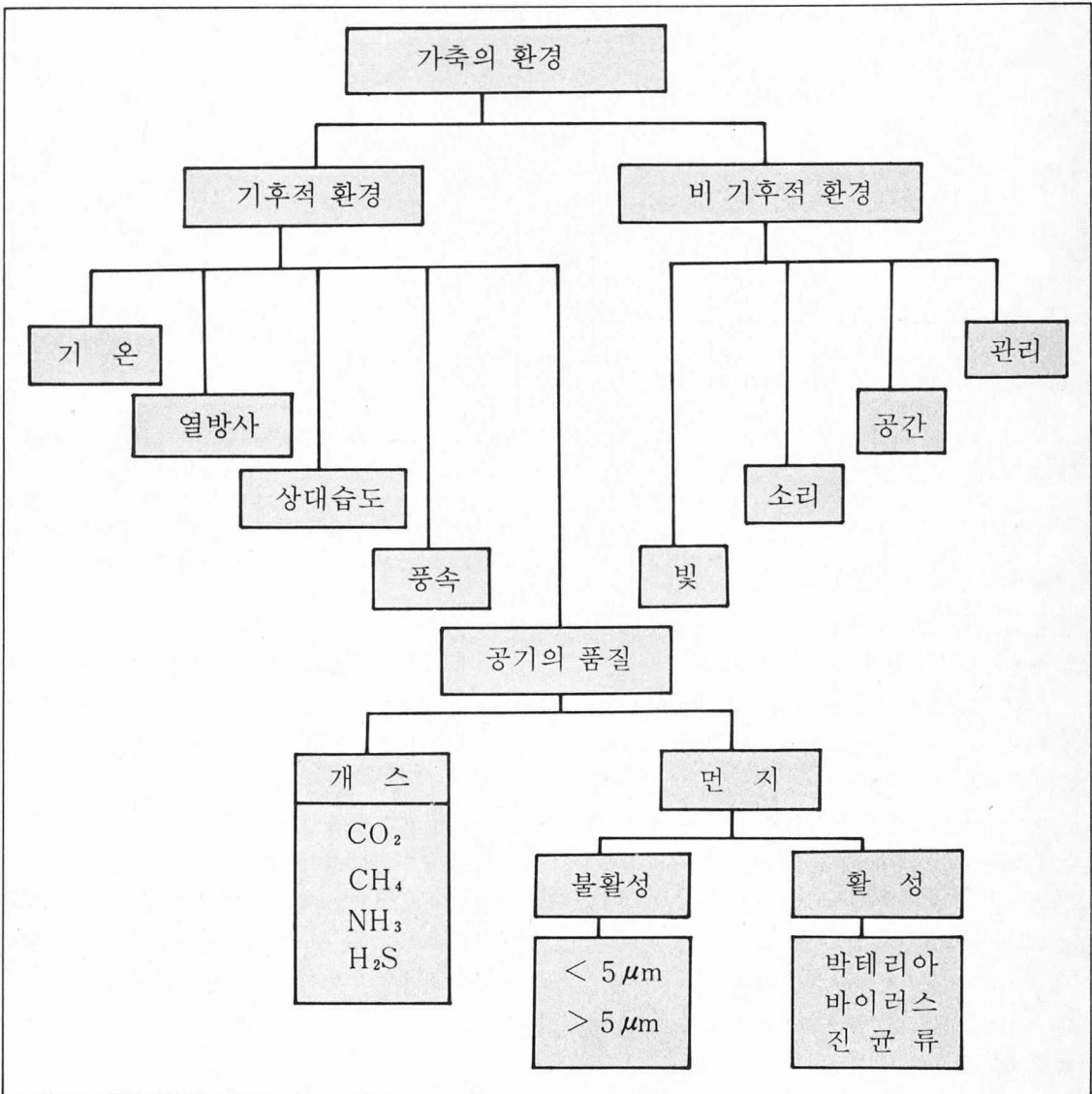
특히, 돼지는 다른 가축에 비하여 열환경에 의한 영향을 크게 받는 편인데 그 까닭은 피모의 발달이 미약할 뿐 아니라 <그림-2>에서 보는 바와 같이 체표면을



김 동 균
(상지대학 축산학과 교수)

차 례

- 1. 머리말
- (上) 2. 돈육생산의 환경학적 접근방법의 중요성
- 3. 관리요인과 돼지의 생산성
- (中) 4. 열환경 요인과 돼지의 생산성
- 5. 시설요인과 돼지의 생산성
- (下) 6. 생산성 향상을 위한 환경공학적 방안
- 7. 맺음말



〈그림-1〉 가축의 생활환경(Leonard 등, 1987)

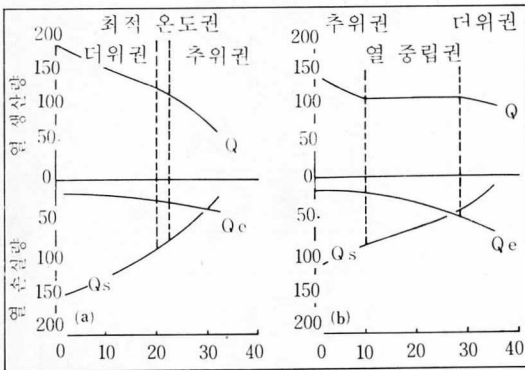
통한 수분발산능력(즉, 증발열 조절기능)이 미약하기 때문이다.

가축이 사료로부터 섭취한 에너지가 성장(또는 증체)으로 남겨지느냐 아니면 열로 손실되고 마느냐 하는 문제는 거의 열환경의 조건에 달려있다. 따라서 최적 생산수준을 유지하기 위해서는 가축의 생리적 열

요구량에 알맞은 기후환경을 지속하는 것이 최선의 길이며, 이것은 건물 내에서 가장 정확히 조절된다.

2) 열 중립권과 임계온도

다른 온혈동물과 마찬가지로 돼지의 체온이 일정하

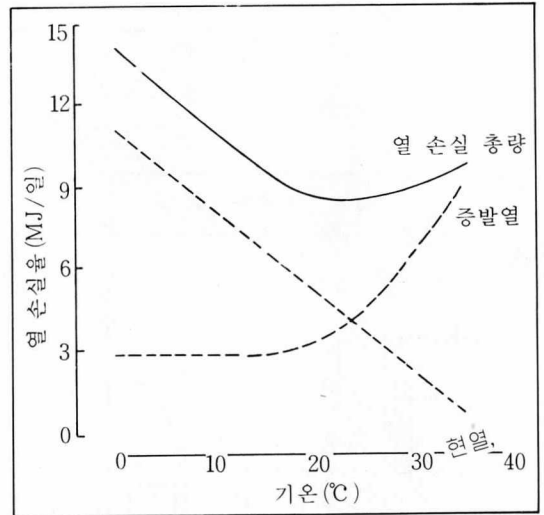


〈그림-2〉 축종별 열교환 패턴(Webster, 1980)

(a) Group I : 대사열 생산량을 조절함으로써 체온을 유지하는 동물 (돼지, 닭)
 (b) Group II : 증발열 손실량을 조절함으로써 체온을 유지하는 동물 (말, 소, 양)
 Q : 대사열 생산량, Q_s : 현열, Q_c : 증발열

게 유지되는 것은 체내 생산열과 체외 열환경과의 열평형(heat equilibrium) 유지를 위한 열교환이 이루어지기 때문이며, 열교환이 생산에 영향을 미치지 않는 환경온도의 범위를 열 중립권(thermo neutrality zone)이라 하고, 그 상·하한선을 임계온도(Critical temperature)라고 부른다. 즉, 임계온도란 체온유지를 위한 생리적 반응이 물리적 조절수단(체열 방산을 위한 체표면의 조절-눕거나 일어서는 자세 변경)으로 가능한 온도의 한계를 의미하며, 만일 그 한계를 벗어난 상황이라면 화학적 조절(섭취에너지의 용도 변경 또는 체내 축적에너지의 분해)을 통해 체온을 유지하게 된다. 물론, 화학적 조절이 불가능한 만큼 환경조건이 악화될 수도 있으며 그 상황에서는 체온의 변화가 생길 뿐 아니라 이상체온으로는 생존을 지속할 수 없게 된다.

돼지의 열교환에 대한 환경의 영향은 환경온도와 관련하여 〈그림-3〉에서 살펴 볼 수 있다. 즉, 추운 기후조건하에서 열 생산량과 체열손실량은 현저히 증가되기 마련인데 만일 에너지 섭취수준이 한정되어 있다면 그만큼 성장을 위한 에너지의 몫이 적어지게 된다. 이와는 반대로, 기온이 상승함에 따라 체열 생산 및



〈그림-3〉 체중 35kg인 육성돈의 사육온도와 열손실 내역과의 상호관계 사료섭취수준은 유지요구량의 오배에 근거함. (Close, 1978, 1981)

손실량은 최소 수준으로 근접하다가 임계상온(upper critical temperature)을 벗어나면 다시 열 손실이 많아지는데 이 때에는 호흡 및 맥박의 증가와 함께 식욕의 저하로 생산성이 떨어진다.

따라서 돼지의 증체율을 최적 수준으로 유지하고 사료 효율을 극대화시키려면 환경으로 인한 에너지 손실을 최소화 할 수 있는 기후환경의 조성 즉, 사육 환경의 과학화가 이루어져야 한다. 그것은 임계온도의 정확한 범위와 이에 영향을 미치는 각종 요인의 작용을 이해하고 활용함으로써 가능해 지는 것이다.

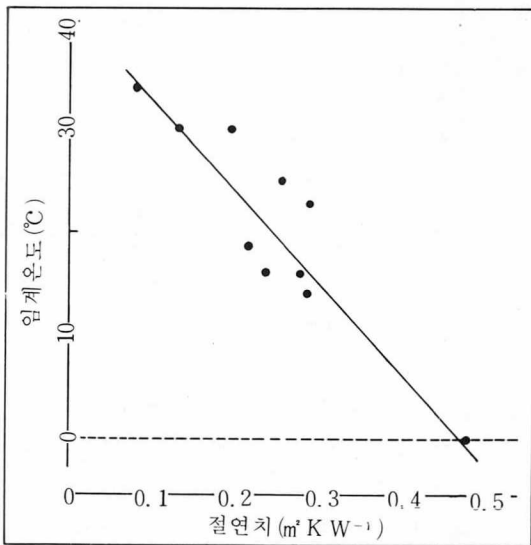
3) 임계온도에 영향을 미치는 요인들

(1) 돼지의 조건

돼지의 임계온도는 ① 체중 ② 피모의 절연력 ③ 수용규모 ④ 생리적 상태에 따라 다른데 일반적으로 체중과 외피의 절연기능이 증가할 수록 임계온도는 낮아진다(더 낮은 온도까지 견딜 수 있다). 그러므로 단독 수용한 신생자돈은 피하지방이 거의 없기 때문에

34°C 가 임계온도이고(Mount, 1968), 체중이 20, 60 및 100kg 으로 증가함에 따라 그 수준은 각각 21°C, 20°C 및 18°C로 낮아진다.(Holmes 와 Close, 1977)

한편, 외피의 절연기능이 발달한 개체와 그렇지 못한 것 사이에는 비록 체격이 같은 것일지라도 임계온도가 다르게 형성되는데 <그림-4>는 그 관계를 설명



<그림-4> 돼지의 오피 절연치 (m^2KW^{-1})와 임계온도 ($^{\circ}C$)와의 상호관계(체중범위 1~20kg)(참고문헌 상계재)

하고 있다. 예컨대, 피모의 절연치가 $0.1m^2KW^{-1}$ (체표 $1m^2$ 당 열 통과율의 수준)만큼 증가하면 임계온도는 약 8.8K(1K는 $1^{\circ}C$ point)가량 낮아진다. Holmes 와 Mclean(1974)는 비만한 경산돈과 여원 경산돈의 임계온도를 계산 했던 바 각각 $14^{\circ}C$ 및 $19^{\circ}C$ 임을 확인했는데, 이들의 피모 절연치는 각각 0.28 및 $0.21m^2KW^{-1}$ 이었다고 하였다.

수용밀도 역시 열 생산율과 임계온도에 현저한 영향을 미친다. 예컨대, 체중당 1일 사료섭취량이 45g인 돼지를 1, 4, 9두씩 수용하면 임계온도는 각각 19, 16, $14^{\circ}C$ 로 내려가며(Mount, 1975), 수용규모가 1~9두 이내인 범위에서 돼지를 한 마리씩 증가하여 사육함에

따라 임계온도 이하에서의 열 생산은 7%씩 감소한다(Close 와 Mount, 1978). 그러나 돈방당 돈군의 크기를 지나치게 증가시키면 바람직하지 못한 사회적 요인(social factor)이 발생될 우려가 있으므로, Sainsbury (1972)는 돈방당 12~20두로 한정할 것을 권장한 바 있다.

(2) 영양적 요인

연령과 체격이 같은 돼지일지라도 사료에너지의 섭취 수준에 따라 임계온도는 달라진다. 즉, 사료를 더 먹을수록 임계온도가 낮아지므로 저온에 잘 견디게 된다.

Close등(1978)은 무제한 급식조건에서 임계온도는 대사에너지 섭취량이 1일 $201KJ/체중kg^{0.75}$ ($\approx 48Kcal/kg^{0.75}$)씩 증가함에 따라 임계온도가 $1^{\circ}C$ 씩 떨어진다 고 하였다.

유효임계온도의 범위와 기온이 하락할 경우 발생하는 열 손실의 추가량은 (표-1)과 같고, 체격별 사료

<표-1> 돼지의 유효온도범위와 기온하락시 $1^{\circ}C$ 당 열 손실 증가량

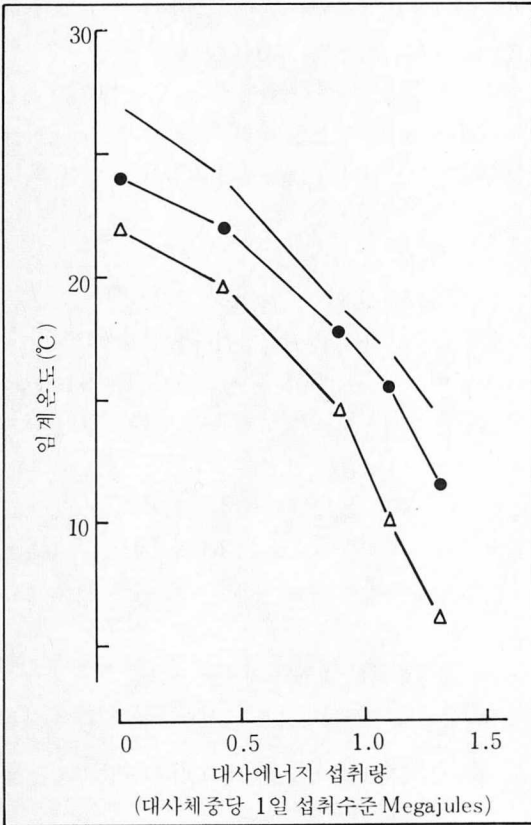
체 중 (kg)	유효온도의 범위 ($^{\circ}C$)	유효온도 이하에서 $1^{\circ}C$ 당 열손실 증가량 ($KJ/kg^{0.75}/일/^{\circ}C$)
5	30~35	-
15	28~21	25
20~25(개체)	26~17	20
20~50(집단)	26~9	11
50~100(개체)	23~14	15
50~100(집단)	23~8	7

Tangl(1912)~Close(1978) 28건 정리

섭취 수준이 임계온도에 미치는 영향을 나타낸 것은 <그림-5>와 같다.

(3) 기류의 이동

사육장 공기의 이동은 돼지의 몸 주변 기층(boun-

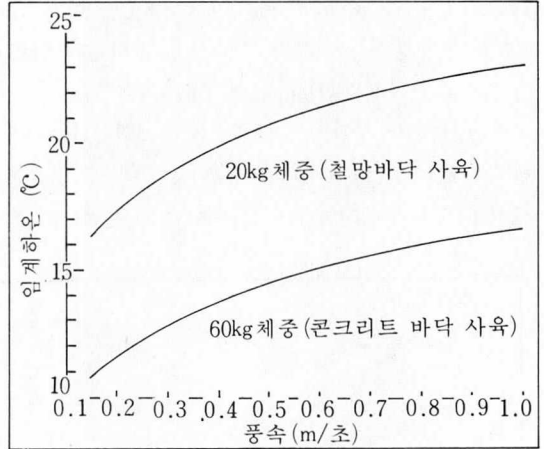


〈그림-5〉 돈사에 수용된 돼지의 대사에너지 섭취량 (MJ/체중kg^{0.75}/일)과 임계온도의 관계 [(○)20kg ; (●) 60kg ; (△)100kg] [Close, 1980]

dary layer라는 전문용어가 사용됨)의 절연기능을 파괴한다. 많은 연구결과들에 따르면, 전혀 바람이 없는 조건일 때 돼지의 boundary layer의 절연치는 0.11m² KW⁻¹ 수준이지만 기류의 이동속도가 높아 질수록 그 효과는 거의 소실된다. 따라서 주변기층을 완전히 제거할 경우 임계온도는 10K만큼 상승한 결과를 가져온다(Close 등, 1981). 그리고 그 영향은 〈그림-6〉에서 보는 바와 같이 체격이 작은 것일수록 크게 받는다.

(4) 사육장 바닥의 조건

사육장의 바닥은 전도열 손실량을 좌우하게 되는데,



〈그림-6〉 풍속이 체중 20kg인 육성돈과 60kg인 비육돈의 임계하온에 미치는 영향(Bruce, 1981) (에너지 섭취수준은 유지사양의 3배, 15두씩 집단수용한 조건)

Bond 등(1952)에 의하면 돼지의 체표면적중 약 20%가 바닥에 접촉되고 이 부분을 통해 상당한 열이 손실된다고 하였다. 단열처리를 하지 않은 상태라면 겨울철의 총 체열 손실량의 20~25%가 바닥면을 통해 사라진다. 그러나 한편 더운 계절에는 이러한 전도열 손실이 유익하게 작용하기도 한다.

깔짚이 임계온도와 관련하여 영향이 깊다는 점은 이미 전편에서도 설명한 바 있다. Stephens(1971)는 10°C의 돈사에 깔짚을 깔아주면 그곳에서 생활하는 돼지의 생활조건이 18°C인 돈사의 콘크리트 바닥에서 생활하는 것과 같은 효과가 있다고 하였다. 또 Versteegen 등(1974)은 체중이 40kg인 돼지를 깔짚구, 아스팔트구 및 콘크리트 바닥구로 나누어 열 생산량을 측정했던 바 유효 임계온도가 각각 11~13°C, 14~15°C 및 19~20°C로 나타났다고 하였다. 이 결과는 콘크리트 바닥 돈사의 돼지들이 깔짚을 깔거나 아스팔트를 해준 경우보다 7% 가량 더 많은 체열손실이 있었음을 뜻한다.

〈다음호 계속〉