



제5장

사육시설과 분뇨처리

- 원유석 (농협중앙회) 011-685-0167
504won@hanmail.net
- 정민석 (농협중앙회) 010-7136-5986
jms4476@hanmail.net
- 김동수 (농협중앙회) 018-266-0779
kds1111@paran.com
- 장홍희 (경상대학교) 017-425-3931
hhchang@gnu.ac.kr

I. 최적의 사육환경 조건

소는 가축화되기 전에는 스스로 햇빛, 바람 및 물 등 최적의 환경을 찾아 이동하면서 생활을 하였다. 그러나 가축화되어 인간에게 사육되는 소들은 일정한 공간에서 제한된 행동을 할 수밖에 없으므로 소를 기르는 인간이 인위적인 방법으로 소들이 생활하는 데 최적의 환경을 만들어주어야 한다.

우리나라는 지형이 복잡하고 지역에 따라 환경조건이 다르며 소를 기르려는 사람마다 소유하고 있는 부지의 조건들이 다양하지만 소에게 최적 환경을 제공하기 위하여 공통적으로 다음 사항들이 고려되어야 한다.

1. 부지의 선정

우리나라는 인구밀도가 높고 국토가 좁아 한우 사육장과 마을 또는 도로가 인접되어 있는 경우가 많아 한우사육에 적합한 부지를 선정할 때에는 경영 측면과 사육환경 측면 모두를 신중히 고려하여야 한다.

우선 경영 측면에서는

- ① 교통이 편리하고(비용, 거리 및 방역-단독 진입로)
- ② 전기와 수자원 사정이 좋으며
- ③ 분뇨 처분이 용이하고
- ④ 우사의 확장이 가능하며
- ⑤ 재해 위험이 없는 곳이어야 좋다.

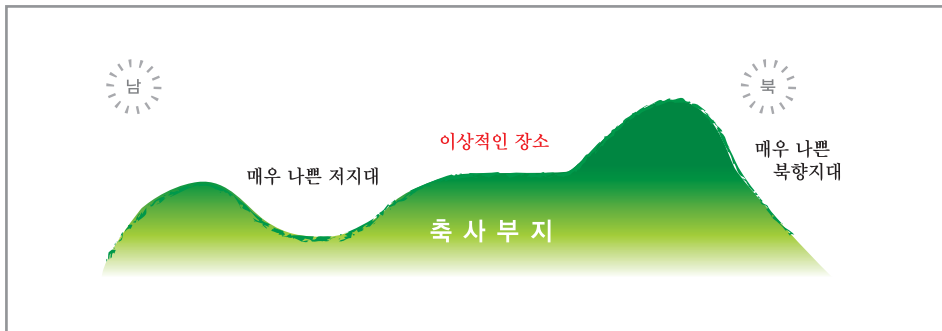
사육환경 측면에서는

- ① 햇빛이 잘 들고
- ② 바람이 잘 통하며
- ③ 물이 잘 빠지고
- ④ 안개 상습지가 아니어야 하며
- ⑤ 지하수위가 낮은 곳이어야 하고

- ⑥ 위생상태가 양호한 곳이어야 하며
- ⑦ 주위에 축사가 없는 곳이 좋다(그림 1과 2).

그러나 아무리 좋은 여건을 갖춘 부지라도 정지작업을 잘못하면 그 지형이 가지고 있는 좋은 특성을 제대로 활용할 수 없기 때문에 정지작업을 할 때에는 다음 사항을 준수하는 것이 좋다.

- ① 사육시설은 정남향으로 설치하고
- ② 배수로는 가장 짧고 곧게 분산시키며
- ③ 지하수위가 우사 바닥 면에 영향을 미치지 않도록 하고
- ④ 사료 및 분뇨 등의 이동로는 짧고 곧으며 경사지지 않게 해야 한다.



〈그림 1〉 사방이 트이고 약간 돌출된 이상적인 축사 부지



〈그림 2〉 환기와 채광이 양호한 우사

축사부지관련 법규

1. 축사 신축 부지 조사 : 토지이용계획확인서 등을 발급받아 개발행위 허가와 축사건축이 가능한 지를 확인
2. 개발행위 허가 : 축사 건축을 위한 부지 성토, 절토, 정지 및 포장 등을 하기 위해 토지형질 변경 및 토지 채취, 분할 및 적재 등의 행위를 할 경우 개발행위 대상이 됨. 단, 농림지역 및 관리지역에서는 3만㎡ 이상인 경우에 한함(국토계획및이용에관한법률제56조(2006.2.6) 및 동령제55조(2009.7.7)).
3. 사전환경성 검토 : 아래 표 이상의 면적을 개발할 경우 사전환경성 검토를 받아야 함(환경정책기본법 제25조, 2008.3.28).

농림지역	관리지역			자연환경 보전지역
	보전	생산	계획	
7,500㎡	5,000	7,500	10,000	7,500

4. 축사 및 부속시설인 경우 농지전용 절차 없이 설치 가능(농지법시행령제2조제3항제2호나목, 2009.7.7)
5. 축사부지 내 축사건축면적 제한(건폐율) : 단 60% 이하의 범위 안에서 지자체의 도시계획조례가 정하는 비율 이내에 건축이 가능

농림지역	관리지역			자연환경 보전지역
	보전	생산	계획	
20% 이하	20 이하	20 이하	40 이하	20 이하

6. 개발제한구역(개발제한구역의지정및관리에관한특별조치법제13조제1항(2009.8.5) 및 동령 19조제1항(2009.8.5))
 - 축사는 신축은 1,000㎡ 이하 시 허가를 받아야 하며, 증 · 개축 · 대수선은 기존 면적을 포함한 연면적의 합계가 200㎡ 이하인 경우 신고로 설치 가능
 - 축사관리사인 경우 당초 10㎡ 이하에서 33㎡로 조정('08.11.28)
7. 초지 전용 및 산지의 형질변경
 - 초지는 신고나 허가 없이 축사용지 전용 사용 가능(초지법제23조제5항, 2009.1.30)
 - 산지는 형질변경 신고를 할 경우 3만 ㎡ 미만의 축산시설, 200㎡ 미만의 관리사(주거용이 아닌 경우) 가능(산지관리법제12조(2009.1.30) 및 동령제12조5항, 2009.4.20)
8. 축사 민원에 대한 검토 : 일부 지자체에서 건축인허가 시 일정기간 동안 예고하고 인근주민 들로부터 동의를 받아야만 허가를 해주는 제도를 시행

2. 일사각과 우사 방향

우리나라의 경우 겨울철에는 태양열을 최대한 이용하고 여름철에는 가능한 한 태양열의 영향을 줄일 수 있도록 우사는 동서방향으로 길게, 정면이 남향이 되도록 배치하는 것이 좋다. 우사가 남향이 아닌 경우에는 햇빛이 잘 들도록 지붕을 투명자재로 설치해 주는 것이 좋다.

우사 방향은 햇빛은 물론 바람의 이용 측면에서도 중요하다.

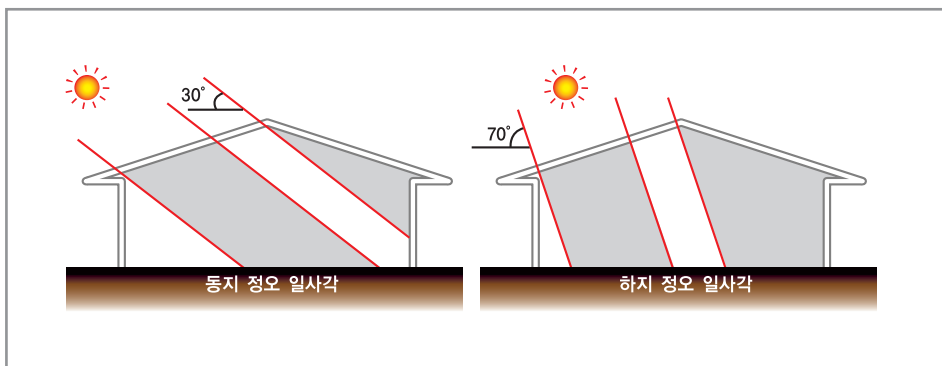
우리나라의 경우 여름에는 주로 남서풍이 불고 겨울에는 북서풍 바람이 불므로 역시 남향의 우사가 바람을 더 잘 이용할 수 있다.

또 우리나라는 북위 33도부터 43도선에 위치하고 있기 때문에 태양의 일사각은 표 1 및 그림 3에서 보는 바와 같이 동지 전후에는 30도 내외이고 하지 전후에는 70도 이상이 된다. 따라서 겨울에는 태양에너지($8.4\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)를 우사 안으로 최대한 흡수하고 반대로 여름에는 태양에너지($18.9\text{MJ}/\text{m}^2/\text{day}$)가 최대한 유입되지 않도록 해야 하므로 역시 남향의 우사가 유리하다. 우사가 서향 또는 남서향일 경우 오후 4시부터 8시까지의 일사각이 45~0도까지 떨어지므로 이를 차단할 수 있는 채광시설이 필요하다.

〈표-1〉 위도별 일출 및 일몰 방위각과 일사각

위도	구분	위도일출 및 일몰 방위각		태양 정남 위치 일사각(일남종고도)	
		하지	동지	하지	동지
북위 36도		정동+30.2	정서-22.8	77.5도	30.6도
북위 38도		정동+31.1	정서-29.6	75.7도	28.6도

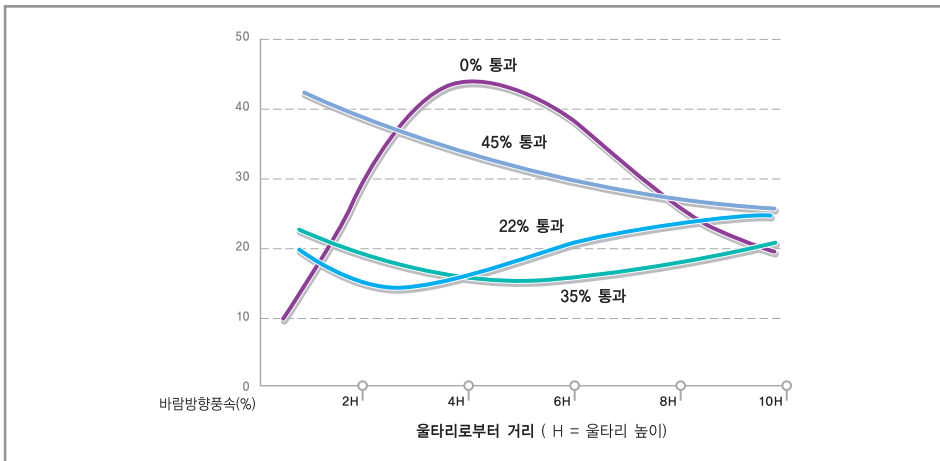
자료 : 농식품부 등(1996)



〈그림 3〉 동지 및 하지의 일사각

3. 우사 간 거리와 바람의 이용

풍속은 한우의 체감온도 및 생산성과 매우 밀접한 관계가 있다. 따라서 겨울에는 풍속을 최소로 하고 여름에는 풍속을 높게 하여 적정 체감온도를 유지하게 함으로써 생산성 향상을 유도해야 한다. 특히 우사 주변에 있는 장애물은 풍속 저하의 주요인이 되며 한우 우사의 풍속은 겨울에는 0.15m/s 이하, 여름에는 1m/s 이상으로 유지되도록 한다.



자료 : Wathes 등(1994)

〈그림 4〉 바람 장애물에 의한 풍속 저하

우사 주변에 있는 다른 우사, 사일로, 사료통 및 나무 등은 우사 내외부 공기흐름에 영향을 미치며 햇빛이 우사로 들어오는 것에도 영향을 미친다.

개방형 우사에 있어서 우사를 여러 열로 배치할 경우 우사 간 공기 흐름 등에 영향을 최소화할 수 있는 우사 간 거리는 다음 식으로 계산할 수 있다.

$$D_{\min} = 0.4 \times H \times \sqrt{L}$$

여기서, $D_{\min}$ = 우사 간 최소 거리, m

H = 우사의 높이, m

L = 우사의 길이, m

4. 우사 시설의 배치

우사는 한우가 활동하기에 편리하고 사람이 관리하기가 편리하며 건축비와 유지비가 적게 소요되도록 설계되어야 한다. 특히 매일 같은 일이 반복됨으로써 많은 시간과 노력이 소요되는 사료급여와 분뇨처리 작업의 동선이 짧고 기계화가 가능하도록 설계되어야 한다.

우사는 태양열과 바람을 효과적으로 이용하기 위하여 남쪽에 배치하는 것이 좋고, 건초창고와 같은 부대건물은 겨울철 북서풍 유입을 최소화할 수 있도록 우사 북서방향에 배치한다.

퇴비장은 우분을 쉽게 모을 수 있는 곳에 배치하되 우분 냄새가 우사로 유입되지 않도록 가능한 한 동쪽에 배치하는 것이 좋으며 급수원에서 최소한 30m 이상 떨어진 곳에 배치하여야 한다.

소독조는 소독이 용이하도록 동선이 교차되는 곳에 배치하되 차량소독시설은 농장에 출입하는 모든 차량을 소독할 수 있도록 농장 출입구에 배치하고, 사무실은 외부인 출입을 통제하기 쉽게 농장 출입구 부근에 배치한다.

또한 우사 안에서 소가 돌아다니면서 바닥에 깔아 준 톱밥 등이 교반되는 효과를 거둘 수 있도록 하기 위하여 사료통과 물통은 서로 반대방향에 설치하는 것이 좋은데, 한 지붕 아래 두 줄로 우방이 설치된 우사의 경우 사료통은 축사 안쪽의 복도에 설치하고 비를 맞아도 괜찮은 물통은 축사 바깥쪽에 설치하는 것이 좋다.

5. 기온

한우는 온혈동물이기 때문에 항상 일정한 체온을 유지하여야 하고, 한우의 체온 관리에 영향을 미치는 시설, 관리 등 제반 환경, 즉 열환경은 한우의 생산성 제고에 아주 중요하다.

열환경은 기온, 풍속, 태양 에너지, 습도, 한우 체온, 우사 바닥 재료, 지붕의 단열도 및 사육밀도 등으로 구성되는데 이 중에서 가장 중요한 요소는 기온이다.

한우가 생육하는 데 적당한 온도의 범위와 생산환경 임계온도는 표 2와 같다. 생육적온 영역에서는 한우의 체온이 거의 일정한 수준을 나타내고 한우의 생산성이 거의 일정한 수준으로 높게 유지되는 반면 적온영역으로부터 많이 벗어날수록 생산성이 저하되고 생산환경 임계온도 범위를 벗어나면 생산성이 현저하게 저하된다.

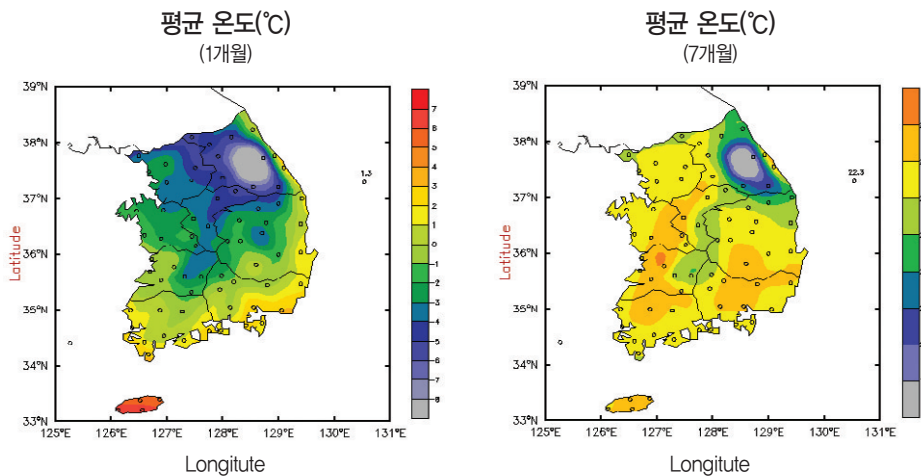
〈표-2〉 한우의 적온영역과 생산환경 임계온도

구분	최적		적온영역 (°C)	생산환경임계온도 (°C)	
	온도 (°C)	상대습도 (%)		저온	고온
송아지	18	70	13~25	5	30
육성우	16	80	4~20	-10	30
비육우	16	80	10~20	-10	30
번식우	10	80	0~20	-10	32

자료 : 농촌진흥청(1991)

따라서 그림 5처럼 사계절이 뚜렷한 우리나라에서는 겨울 추위와 여름 더위 스트레스에 의한 생산성 저하를 최소화할 수 있는 사육시설이 되어야 하는데, 소에게 더 큰 문제가 되는 것은 더위 스트레스이므로 환기와 단열도가 높은 지붕재 사용 등에 주의하여야 할 것이다.

우리나라의 경우 삼면이 바다로 둘러싸여 있어 비교적 연중 다습한 기후특성을 갖고 있으며 특히 여름에는 전국적으로 80% 이상의 상대습도를 나타낸다. 습도는 겨울에는 환경온도가 낮아 한우의 생산성에 큰 영향을 미치지 않으나 환경온도가 상한임계온도보다 높게 유지되는 여름에는 한우에게 더위 스트레스를 가중시켜 생산성 저하를 초래한다. 따라서 우리나라의 기후조건에서 우사는 고온 대비형으로 설치될 필요가 있다.



자료 : 기상청(2009)

〈그림 5〉 우리나라 1월과 7월 평균기온

6. 습도

우리나라의 경우 3면이 바다로 둘러싸여 있어 비교적 연중 다습한 기후 조건이지만 계절적으로 7월이 가장 습하고 습도도 가장 낮은 1월에도 50% 이상을 유지한다. 따라서 여름철의 다습한 공기는 소에게 큰 스트레스를 주므로 가능한 한 충분히 맞바람을 유도하거나 질퍽한 바닥 깔짚을 교체하여 습도해결에 노력하여야 한다.

Ⅱ. 우사의 설계

소를 기를 우사를 설계하기 위해서는 사육방식, 관리방법, 우사의 형태, 우사 배치, 분뇨처리방식 등을 종합적으로 고려하여 설계하여야 한다(표 3). 예를 들어 번식우사나 비육우사는 우사의 구조가 거의 같기는 하지만 번식 중심인지 비육 중심인지에 따라 필요한 우사의 규모가 달라지므로 사전에 결정하여 건축하여야 한다.

〈표-3〉 우사 건축 시 고려해야 할 사항

구분	선택방식
사육방식	번식, 비육, 일관사육
관리방식	계류식, 방사식
우사형태	폐쇄식, 개방식(완전, 부분)
우사배치	직렬형, 병렬형, 단식, 복식
분뇨처리방법	깔짚우사, 저장액비화, 인력수거

자료 : 농촌진흥청(2000)

1. 사육목적에 따른 우사의 종류와 규모 결정

한우 사육목적에 따른 우사의 종류와 규모는 내가 어떤 소를 몇 마리나 사육할 것인지에 따라 결정된다. 예를 들어 번식우를 100두 사육하는 데 필요한 우사의 종류와 규모를 생각해 보자.

번식우를 기르려면 송아지도 낳아서 길러야 하고 번식용 암소가 늙거나 다치면 이들을 갱신해 줄 육성우도 길러야 하니까 어떤 우사를 얼마나 가지고 있어야 하는지를 결정하려면 다음 사항들이 고려되어야 한다.

1.1. 번식암소는 몇년간 사용할 것인가?

유전능력이 우수한 암소는 송아지를 생산할 수 있을 때까지 계속 송아지를 생산하여야 하나, 암소는 사육하는 도중 부상이나 번식장애 그리고 유전능력이 더 우수한 암소들의 출현 등으로 도태되는 경우가 생긴다.

암소가 두당 평균 5마리의 송아지를 생산한 후 교체되는 것으로 가정하면 100두의 암소 중 매년 20두가 교체되어야 하므로 100두의 번식 암소를 유지하기 위해서는 매년 20두의 암송아지가 선발되어 육성될 필요가 있다.

최근 한우 암소는 13개월령 250kg 이상이 되면 교배에 들어가므로 송아지가 태어난 다음 해 교배기에는 번식용 밀소로 이용될 수 있고, 번식암소를 대체할 20두의 육성 암소를 7개월령에 선발하여 교배에 들어가기 전까지 6개월여 기간 동안 사육할 육성우사가 필요하다.

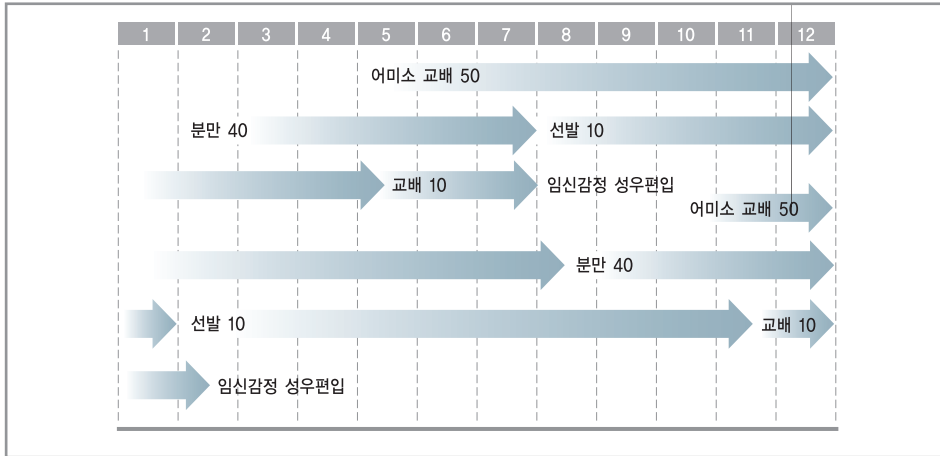
암소가 연 2회에 걸쳐 계절 번식하는 것으로 가정한다면 10두 분의 육성 암소 우사가 필요하다는 것을 알 수 있다.

1.2. 암소의 교배시스템은?

계절번식을 할 것인가, 연중번식을 할 것인가에 따라 분만우사 및 육성우사 등의 규모가 결정된다. 연중 분만시스템으로 갈 경우 송아지가 연중 고르게 생산되기 때문에 분만우사는 1~2두 분만 있으면 충분하나 요즘 다두번식농가에서 많이 시도하고 있는 연 2회 계절번식을 하는 경우 추가시설이 필요하다.

먼저 연 2회 계절번식을 하므로 한 번식계절에 교배하는 암소는 50두가 되고, 이 중 80%가 수태된다고 가정하면 한 번식계절에 생산되는 송아지는 40두 정도가 된다. 보통 한 번의 번식기간을 2개월 정도로 잡으므로 이 기간 동안 3번의 교배기를 갖게 되고, 보통 첫 번째 교배기 20일 동안에 암소의 60% 정도가 수태(두 번째 20일 동안 15% 정도, 마지막 20일 동안 5% 정도 수태)되므로, 분만도 첫 번째 20일 동안에 약 25두 정도의 송아지가 집중적으로 분만되는 것으로 계산할 수 있다(그림 6 참조).

이때 어미 소와 송아지가 분만우사에서 4~5일간 머무는 것으로 계산하면, 100두의 번식우를 연 2회 계절번식할 때 필요한 분만우사는 5두 분($25\text{두} \times 5\text{일 사용} \div 20\text{일} = 5$)이 필요하다는 것을 알 수 있다.



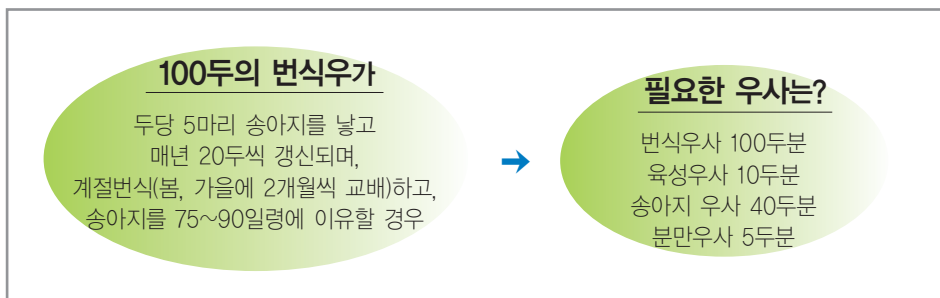
〈그림 6〉 계절 번식 “어미 소 교배-분만-선발-교배” 시스템의 예

1.3. 송아지는 언제 이유할 것인가?

송아지를 6개월령까지 어미 소와 함께 키우다가 선발이나 도태될 경우 별도의 송아지 사육시설은 필요 없고 어미소와 송아지가 함께 생활하는 번식우사를 약간 넓게 가져갈 필요가 있다.

그러나 산유량이 부족한 한우의 경우 75~90일령에 이유하는 것이 송아지의 건강에도 유리할 뿐만 아니라 어미소의 다음번 번식에도 바람직하므로 이유한 3~4개월령의 송아지 40여두를 선발 및 도태가 이뤄지는 6개월령까지 약 3개월간 사육할 별도의 우사가 필요하다.

따라서 100두의 번식우가 두당 평균 5마리의 송아지를 낳고 교체되고, 연 2회 계절번식을 하며, 생산된 송아지를 75~90일령에 이유할 경우 필요한 우사는 그림 7에서 보는 바와 같이 번식우사 100두분, 이 번식우를 갱신해 줄 육성우사 10두분, 송아지 사육시설 40두분 및 분만우사 5두분이 필요하다는 것을 알 수 있다.



〈그림 7〉 100두의 번식우 사육에 필요한 우사 규모

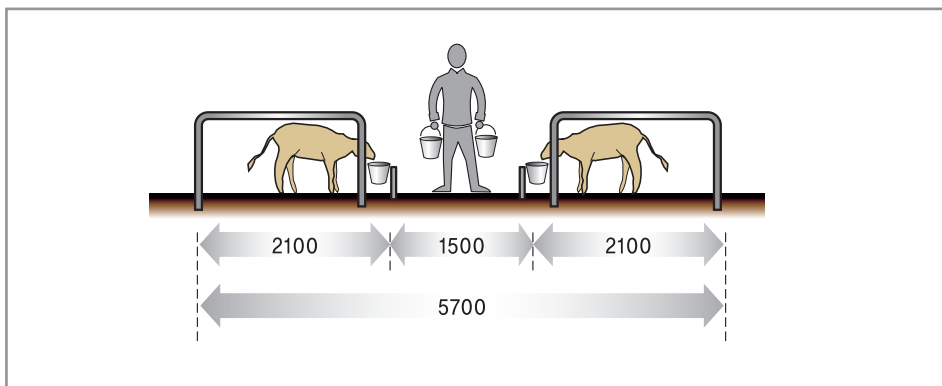
2. 두당 우사면적

소는 사회적 동물이므로 수소, 거세우 및 암소를 불문하고 서로 순위다툼을 하고 이 순위다툼을 통해 정해진 서열에 따라 무리의 질서가 정해지는데, 서열이 높은 소가 좋은 환경, 사료 및 성적 배우자 모두를 차지하게 된다. 서열이 낮은 소는 뒤로 밀리고 제대로 사료를 먹지 못해 발육이 떨어지게 되므로 한우를 군사식으로 사육할 때에는 항상 서열이 낮은 소를 배려하는 시설을 생각하여야 한다.

한우는 6~7개월령 이전에는 서로 머리받기 놀이를 하지만 순위다툼을 하는 싸움으로 발전하지는 않으며, 이후 순위다툼 싸움을 시작하여 9개월령 정도가 되면 싸움을 자주하게 되고 2~3세가 되어 무리의 서열이 확실하게 정해진 다음 싸움을 멈춘다.

상위 서열의 소는 사료를 더 많이 먹으려고, 또 우사 안에서 더 좋은 자리를 차지하려고 약한 소를 계속해서 밀어내기 때문에 약한 소에게는 강한 소를 피할 수 있는 최소한의 회피공간을 주어야 하는데, 이 회피간격은 3m 정도가 되어야 하며 순위가 낮을수록 크게 요구된다. 또한 뿔이 있는 소는 머리와 머리의 간격이 1m 이상이어야 하지만 제각을 한 후에는 간격이 10~35cm로 크게 줄어든다.

따라서 소를 군사식으로 사육할 경우 적절한 군의 크기와 사육밀도가 제공되어야 한다. 한우의 경우 0~2개월령의 송아지는 어미소와 함께 사육되는 경우가 보통이지만 다두번식농가에 있어서 쌍태 생산이나 어미소의 사고 등의 이유로 송아지를 별도 격리시켜 사육할 필요가 있는 경우가 자주 발생한다. 이때에는 그림 8과 같이 우방의 크기를 2.1m(L)×0.9m(W)로 하고 2열로 배치할 경우에는 중앙 작업통로의 폭을 1.5m정도로 하는 것이 좋다.



(단위 : mm)

〈그림 8〉 송아지사의 크기

성장단계별 두당 우사 소요면적은 방사식인 경우 번식우는 10㎡/두, 비육우 7㎡/두 정도이며 계류식인 경우 번식우 및 비육우가 각각 5㎡/두이다(표 4).

〈표-4〉 가축사육시설 단위면적당 적정 가축사육기준

시설형태	번식우(㎡/두)	비육우(㎡/두)	송아지(㎡/두)
방사식	10.0	7.0	2.5
계류식	5.0	5.0	2.5

자료 : 농식품부고시(2008)

또한 최근 친환경 축산에 대한 관심 증가와 사육환경 개선을 위한 동물복지 향상을 위해 두당 사육밀도를 낮히고 있는 추세이다. 친환경축산육성법(시행규칙제9조)에는 유기축산과 무항생제축산물 생산기준에 따라 유기축산은 비육우 7.1㎡/두, 번식우 9.2㎡/두이며, 무항생 축산은 비육우 7㎡/두, 번식우 9.2㎡/두로 사육밀도를 정하고 있다(표 5).

〈표-5〉 친환경축산육성법의 축사 사육밀도

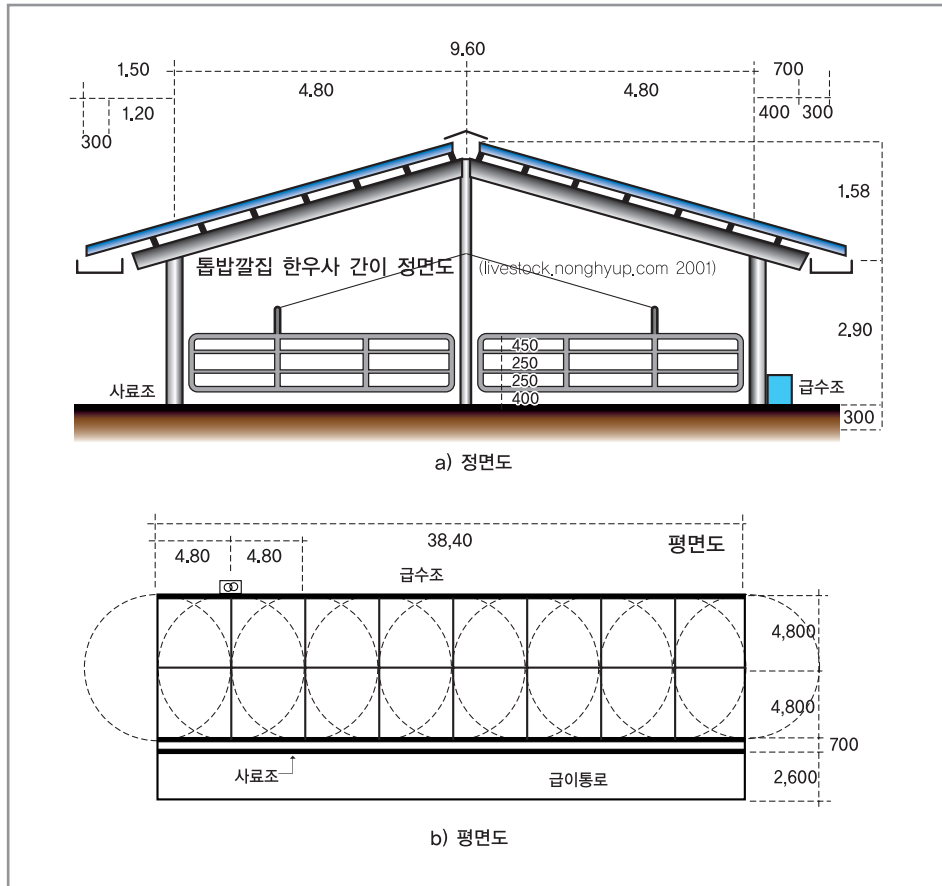
구분	성장 단계별	체중	축사면적(㎡/두)	축사형태
유기축산	육성(비육)우	400kg 이상	7.1	깔짚우사
	번식우	400kg 이상	9.2	깔짚우사
무항생제 축산	육성(비육)우	400kg 이상	7	깔짚우사
	번식우	400kg 이상	9.2	깔짚우사

자료 : 국립농산물품질관리원(2006)

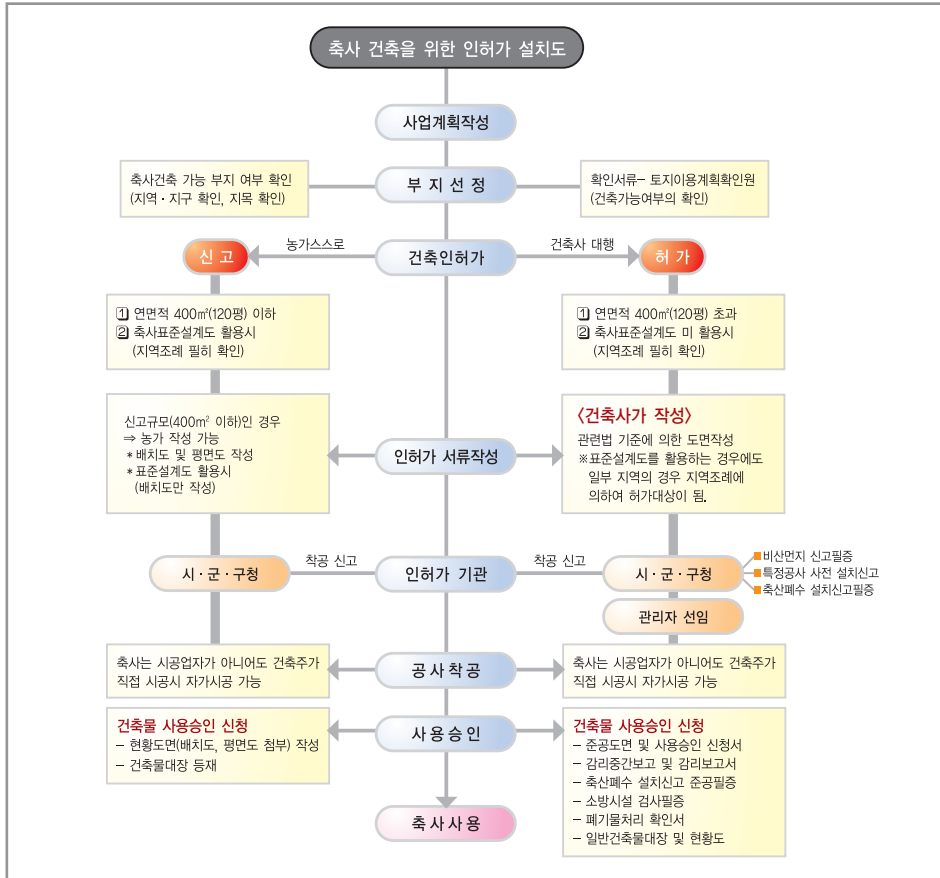
3. 축사신고 및 허가

3.1. 인허가기준

축사 연면적 400㎡ 이하인 경우에는 신고로 축사를 설치할 수 있으며 400㎡를 초과하는 경우 허가를 받아야 한다(건축법시행령제11조제2항, 2009.8.5). 단 허가규모의 축사인 경우에도 축사표준설계도(그림 9)를 활용하면 신고로 설치할 수도 있다(축사표준설계도를 활용할 경우에도 허가를 득하여야 하는 지자체가 있으므로 지역건축조례 확인). 우사 건축을 위한 인허가 절차는 그림 10과 같으며 품질인증 종류별 축사면적은 표 6과 같다.



〈그림 9〉 축사표준설계도의 일례



자료 : 농협중앙회(2009)

〈그림 10〉 우사 건축을 위한 인허가 절차

〈표-6〉 품질인증 종류별 축사면적 기준

(단위 : ㎡)

종류	두당 소요면적			
HACCP	시설형태	번식우	비육우	송아지
	방사식	10.0	5.0	2.5
	계류식	5.0	5.0	2.5
친환경축산물 - 유기축산물 - 무항생제축산물	깔짚우사	사육성(비육)우 400Kg 이상	번식우 400Kg 이상	
		7.1	9.2	
농산물품질인증	수	우	미	양
	9.6 이상	8.3 이상	7.3 이상	7.3 미만

※ 두수산정방법

- ① 성우 1두 = 육성우 2두
- ② 송아지는 6개월령 미만, 어미소와 함께 사육하지 않는 두수이며, 포유 중인 송아지는 두수에서 제외

3.2. 설계도의 작성

우사를 신축하기 위해서는 설계도를 작성하여 허가를 받아야 하는데 표 7과 같이 신고 규모 등인 경우 설계대상에서 제외된다.

축사표준설계도는 전국 시·군 행정기관 및 축협 등에 비치되어 있어 열람이 가능하며, 농협중앙회 축산사이버컨설팅 홈페이지(<http://livestock.nonghyup.com>)에도 등재되어 있다.

〈표-7〉 축사설계 작성 기준

건축사 설계대상 제외 건축물	관계법령
• 연면적 400㎡ 이하의 축사	건축법제19조
• 연면적 200㎡ 이하의 창고	
• 축사표준설계도를 활용하는 축사	

3.3. 축사시공 및 감리

축사 및 축산사업용 건축물은 시공자의 제한을 받지 않으므로 전문 시공사가 아닌 자가 시설회사가 가능하며(건설산업기본법시행령제37조, 2008.10.29), 신고대상 축사 및 가설건축물은 공사감리가 필요 없다(건축법시행령제19조, 2009.8.5).

3.4. 가설건축물 설치 등

비가림용 비닐하우스 또는 운동장, 천막구조의 축사는 건폐율 산정에 포함되지 않으며(건축법시행령제15조 2009.8.5), 축사 처마에 인접하여 비가림 시설을 설치할 경우 3m 이하까지는 건축면적에 포함되지 않는다(건축법시행령제15조제3항 2009.8.5, 동령제119조제1항제2호 2009.7.16).

우사의 경우에도 특정소방대상물로 적용되어, 400㎡ 이상의 허가대상 건축물은 소방관

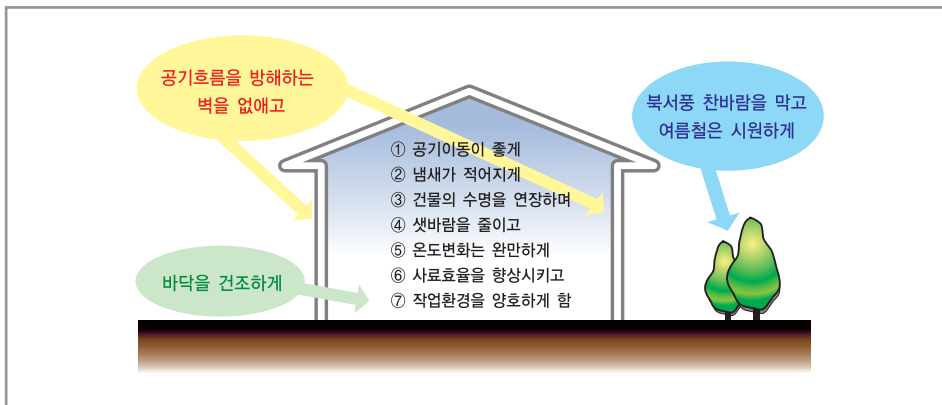
런 허가동의 대상물에 포함된다(소방시설설치및안전관리에관한법률시행령제7조, 2008.12.26).

4. 환기

4.1. 환기의 목표

환기란 공기의 질을 가축과 사람에게 좋게 유지하기 위하여 행하는 것으로 동물과 관련된 공기의 질에는 공기의 성분(산소 21%, 질소 78%, 기타 1%), 에너지(온도), 수분, 먼지, 유해가스 및 세균 등을 포함하고 있다.

환기의 목표는 그림 11과 같이 ① 우사 안의 공기 흐름을 좋게 하여 ② 냄새를 적게 함으로써 ③ 건물 수명을 연장하며 ④ 섯바람을 줄이고 ⑤ 온도변화를 적게 하여 ⑥ 사료효율을 향상시키며 ⑦ 전체적인 작업환경을 양호하게 하는 것이다(유. 2006).



〈그림 11〉 환기의 목적

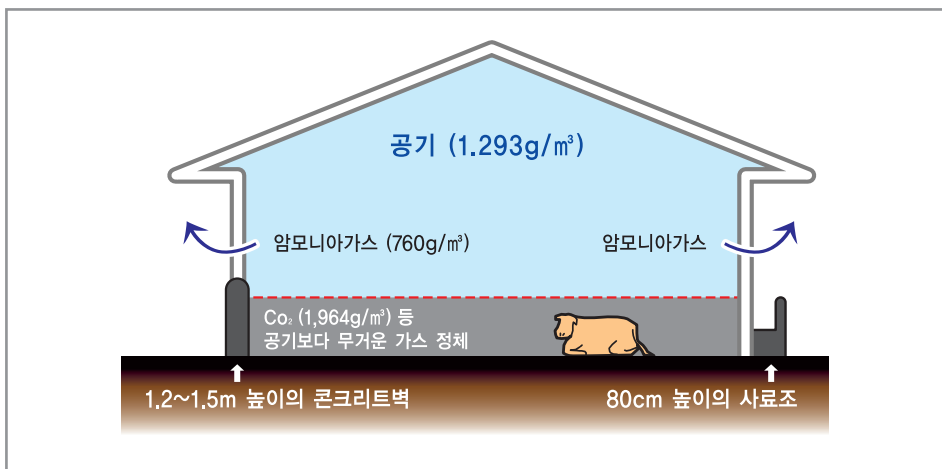
온도와 환기 문제는 이율배반적인 측면이 있어서 우사의 온도를 보존하기 위해서 외벽을 막으면 소들이 배출하는 분뇨와 호흡가스 등으로 우사 안에 유해가스가 쌓이고 습도가 높아지는 등의 환기문제가 발생하며, 우사를 개방하여 환기를 하면 찬바람이 그대로 우사 안으로 들어와 온도를 떨어뜨리는 문제가 뒤따른다.

소는 우사 안에서 많은 가스를 배출하는데 호흡을 하면서 산소(O_2)를 들이마시고 탄산가스

(CO₂)를 배출하며 제1위(반추위)의 소화과정에서 발생하는 가스(NH₄와 CO₂)를 계속 트림을 하면서 몸 밖으로 배출을 하고 똥과 오줌 그리고 방귀 속에는 다량의 가스(NH₄와 CO₂)가 포함되어 있다.

이렇게 우사 안에 배출된 가스들이 우사 안에 정체되어 소에게 고통을 주는데, 특히 공기보다 1.5배 정도 무거운 이산화탄소는 우사 밑바닥에 깔려서 정체되어 소에게 피해를 줄 수도 있다(그림 12).

이런 의미에서 우사의 공기상태를 살필 때, 특히 송아지와 같이 체격이 작은 소들의 우방 상태를 살필 때에는 반드시 소가 앉아 있는 높이로 구부려 앉아서 관찰하여야 우사 안의 공기 상태를 정확하게 살필 수 있다.



〈그림 12〉 우사 안에서의 공기 조성

4.2. 환기율

자연환기란 바람이나 온도차에 의해 우사 외부의 공기가 우사 내부로 유입된 후 배출되는 것을 말한다. 이때 환기량은 바람의 속도와 방향, 우사의 방향, 입기구 및 배기구의 크기, 바람 장애물의 간섭 등에 의해 영향을 받는다. 자연환기 방식은 사용이 간편하고 시설 및 운용 비용이 적어 한우농가에서 많이 채택되고 있다.

우사의 환기설계 시 고려해야 할 사항은 ① 평균 풍속, ② 주풍향, ③ 풍속과 풍향의 계절변화 및 일변화, ④ 인접한 건물, 언덕, 나무 및 기타 장애물에 의한 영향 등이다.

우사의 환기율은 다음 식으로 산출한다.

$$Q = EAV$$

여기서, Q = 환기율(m^3/s)

E = 개구부(입기부와 배기구)의 유효도(0.35)

A = 개구부의 면적 (m^2)

V = 풍속 (m/s)

여기에서 설계 풍속은 보통 계절 평균의 반 정도로 하며, 입기구가 주풍향과 직교할 때 환기가 최대로 되나 실제 한우사의 입기구가 대부분 주풍향과 직교($E = 0.5 \sim 0.6$)하지 않기 때문에 E 값은 0.35 정도가 권장된다.

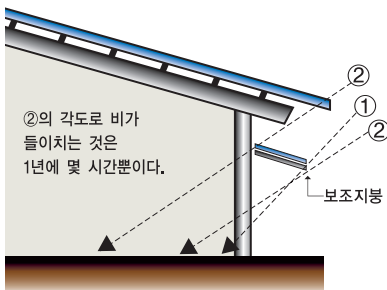
4.3. 바람막이용 천막

일반적으로 환기용 입기구는 처마 밑 또는 측벽에 두며, 배기구는 용마루에 위치시킨다. 따라서 우사의 자연환기를 최대로 하기 위해서는 우사 외벽에 비닐 천막 등의 환기 장애물을 설치하는 것은 가급적 자제하여야 한다.

비닐 천막은 겨울철에 찬바람을 막아주고, 여름에 축사 안으로 들어치는 비바람을 막아 바닥이 젖지 않도록 하기 위하여 치는데 이것이 심각한 환기문제를 야기할 수 있다.

열환경에서 다루었듯이 한우의 경우 어린 송아지를 제외하고는 추위보다는 더위에 의한 생산성 저하가 더 큰 문제를 가져올 수 있으므로 우사 외벽에 비닐 천막을 치기보다는 북서풍을 막아줄 방풍림을 심거나 건초더미를 쌓아 해결하는 것이 좋다.

또한 여름철에 우사 안으로 비가 들어치는 문제는 처마를 앞으로 좀 길게 뻗다든지, 그림 13과 같이 원래의 지붕 밑에 보조지붕을 설치하는 방법을 생각해 볼 수 있다.

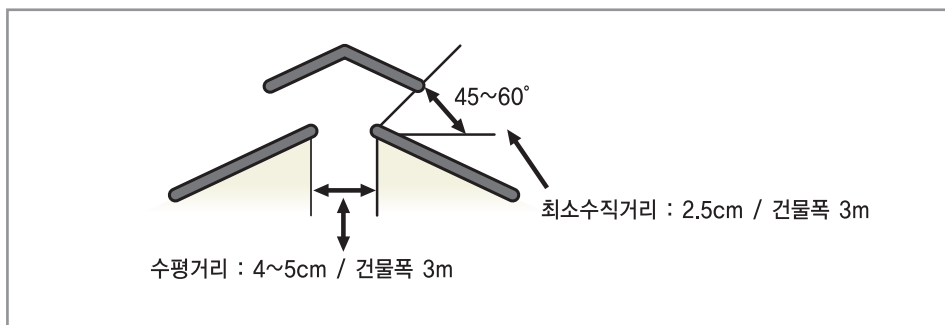


〈그림 13〉 지붕 밑 보조지붕

4.4. 입기구와 배기구

용마루 배기구는 그림 14 및 15와 같이 우사 폭 3m당 약 5cm 정도로 한다. 또 입기구는 배기구의 면적과 같아야 하고 우사 양쪽 측면에 위치하므로 배기구의 반, 즉 우사 폭 3m당 약 2.5cm 정도로 한다.

그러나 더울 때에는 대부분 우사 벽 전체를 개방하기 때문에 용마루 배기구가 환기에 미치는 영향은 아주 적으므로 용마루 배기구의 면적은 겨울철의 최소 환기를 고려해서 결정하여야 한다.



〈그림 14〉 연속 용마루 배기구의 크기



〈그림 15〉 용마루 배기구의 실례

4.5. 지붕의 재료와 기울기

우리나라에서의 여름철 태양에너지의 복사열량은 $18.9\text{MJ/m}^2 \cdot \text{day}$ 정도이다.

이 복사열량이 우사 안에서 사육되는 소에게 최소한으로 전달되도록 우사 지붕의 단열도를 높여야 한다. 지붕 내부는 흑색계열, 외부는 백색계열로 색상을 마감하는 것이 효과적인데 특히 지붕 위쪽에 흰 페인트를 칠하여 햇빛을 반사해 주면 3°C 정도의 기온 강하효과를 볼 수 있다. 우사 지붕재의 단열재로는 암면, 유리면, 난연성발포폴리스틸렌폼, 요소발포보온재 등이 이용된다.

지붕의 경사가 가파를수록 우사 내부의 더운 공기가 용마루 배기구를 통하여 잘 빠져나가지만, 경사가 지나치게 급하면 유입된 공기가 빠르게 배출되어 더운 공기와 섞일 시간적 여유가 없어지며, 경사가 너무 완만하면 공기의 배출이 느려져 우사 내부의 온도가 상승하고 수분 응축이 생길 수 있으므로 지붕의 기울기는 $4/12 \sim 6/12$ 이 되도록 한다.

4.6. 송풍팬의 설치

더운 여름철에 송풍팬을 이용하여 소에게 송풍을 해 주면 생산성이 높아지고 우사 바닥의 톱밥 이용기간도 2배 이상 연장되는 것으로 보고되고 있다.

여름철에 송풍팬을 이용한 공기속도는 초당 $1.0 \sim 1.67\text{m/s}$ 정도로 하면 되고, 송풍팬은 3m 정도의 높이에 송풍팬 직경의 6배 정도의 간격으로 45° 각도로 설치하는 것이 좋다. 이때 해당 지역의 여름철 주풍향을 고려하여 자연풍과 송풍팬의 바람이 서로 맞바람 치지 않도록 주의해야 한다.

〈표-8〉 개방식 한우사의 송풍팬 설치 시 사육환경 변화 및 생산성

구분	무송풍	송풍
온도($^\circ\text{C}$)	27.2	27.1
습도(%)	69.3	70.3
분진(cpm)	36.5	35.7
소음(dB)	56.2	66.6
일당증체량(kg/day)	0.67	0.74

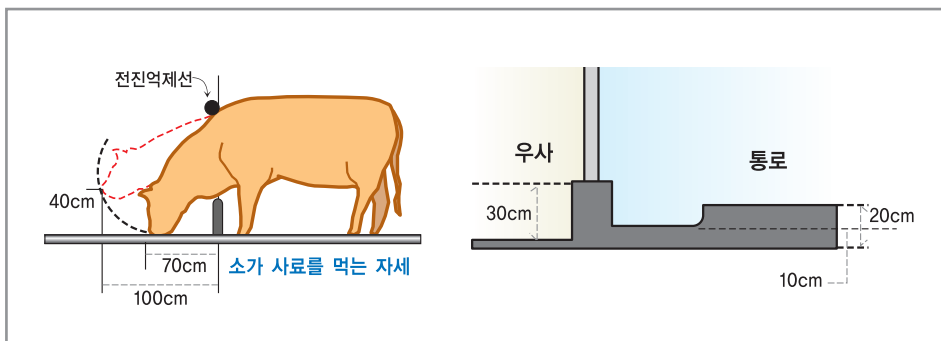
자료 : 축산기술연구소(1997)

5. 부대 시설

5.1. 사료조와 먹이다툼 방지 파이프 설치

사료조는 ① 소가 먹기에 편리하고 ② 사료손실을 적게 하면서 오염을 방지할 수 있으며 ③ 관리자가 먹이를 주는 데 편리하고 ④ 설치가 쉽고 비용이 적게 드는 방식을 선택하여야 한다 (농림부 등, 1997).

소는 초원에서 발바닥 높이, 즉 땅바닥에 있는 풀을 가장 편하게 뜯어 먹어왔으므로 사료조의 높이도 우사 바닥과 같은 높이로 하는 것이 좋다. 다만 우사 바닥에는 5~10cm 정도로 깔짚과 분뇨 등이 깔리는 높이가 있으므로 사료조의 높이는 그림 16과 같이 우사 바닥보다 10cm 정도 높게 설치하는 것이 좋으며, 바깥쪽 사람이 다니는 통로의 높이는 사료가 바깥으로 밀리지 않도록 사료조의 높이보다 10cm 정도 높게 설치하는 것이 좋다.



〈그림 16〉 소가 사료를 먹는 자세와 사료조 모양

사료조를 높게 설치하면 소가 사료를 먹기도 불편하지만 사람이 바깥에서 사료를 퍼 올려 주어야 하므로 사료를 주기도 어려울 뿐만 아니라 높은 콘크리트 벽이 우사 안의 공기 흐름을 방해하는 단점이 있다. 따라서 사료조는 그림 17과 같이 우사 바닥과 사료조의 높이가 같게 하는 것이 바람직하다.



〈그림 17〉 우사 바닥 높이로 설치된 사료조의 일례

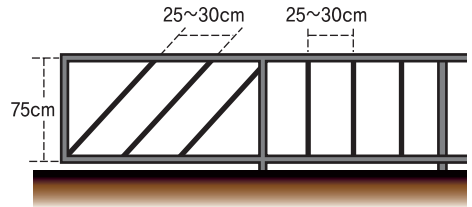
사료조의 폭은 체중 300kg까지는 50cm, 600kg은 70cm 정도로 하고 사료를 먹을 때 서열이 높은 소가 약한 소를 계속 밀어붙이므로 이 약한 소를 보호하기 위한 사료다툼 방지 파이프를 설치하면 좋다. 특히 제한사양을 하여야 하는 비육말기의 소나 번식우의 경우 그림 18과 같은 스텐천을 설치하면 관리에 편리하다.



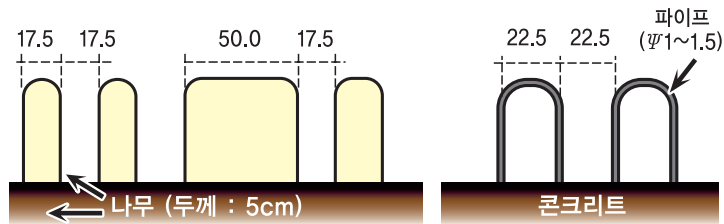
〈그림 18〉 스텐천

그러나 사료다툼 방지파이프를 완벽하게 설치하면 약한 소를 완전하게 보호하고 관리에도 편리하나 시설비가 많이 들어 농가의 부담이 커지게 된다. 오랜 기간 함께 생활해 온 소들 간에는 어떤 사회적 억제가 형성되어 힘 센 소가 약한 소를 함부로 공격하지 않으며, 특히 나이가 든 암소는 체중이나 힘 이외의 요인에 의하여 높은 순위를 유지하는 것이 보통이다.

따라서 한우사의 경우 그림 19와 같은 간단한 시설로도 소들이 무리 없이 크는 경우를 많이 볼 수 있다.



a) 사각형



송아지용



성우용

b) 원호형

〈그림 19〉 여러 가지 사료다툼 방지시설의 사례

사료조 앞에 먹이다툼 방지 파이프를 설치할 때 특히 주의할 점은 파이프와 파이프 간의 간격이다. 파이프 간격이 너무 넓으면 소가 빠져나오고, 좁으면 머리를 넣을 수가 없으며, 심할 때는 파이프에 머리가 걸려 그대로 죽는 경우를 볼 수 있다. 가끔 소 머리를, 일부러 그렇게 넣으려고 해도 넣을 수 없을 것 같은 좁은 간격의 파이프 속으로 넣고 버둥거리다, 심한 경우 죽는 경우까지 볼 수 있다(그림 20). 사고는 아주 하찮게 생각해서 흘려버렸던 사소한 곳에서 발생하곤 한다.

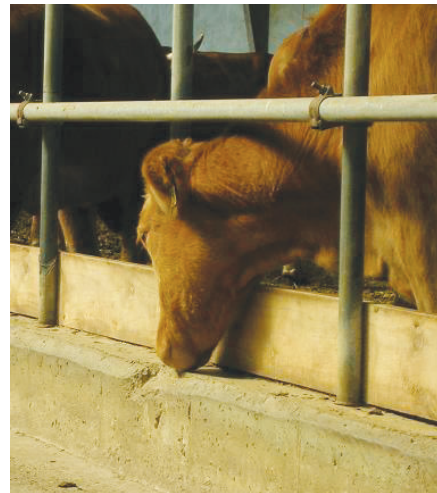


〈그림 20〉 좁은 간격의 구조물에 머리가 끼인 사례

사료조 앞에 먹이다툼 방지파이프를 설치할 때 주의하여야 할 또 한 가지는 사료조와 파이프 간의 높이와 간격이다. 파이프 높이가 너무 높으면 어린 송아지가 빠져나오고, 또 그림 21과 같이 너무 낮으면 소들이 사료를 먹기가 아주 불편하게 되어 심한 경우 앞무릎을 구부리고 사료를 먹는 소들도 볼 수 있다. 그림 22는 파이프가 너무 높게 설치됨으로 인하여 송아지가 빠져나오는 것을 방지하기 위하여 널판자로 사료조 턱을 높인 사례인데, 이렇게 되면 널판자가 우사의 공기 흐름을 방해하게 된다. 따라서 소 머리 위쪽 파이프는 소가 크면서 아래, 위로 조정할 수 있도록 가동식으로 설치해 주어야 한다.



〈그림 21〉 파이프가 너무 낮게 설치된 사례



〈그림 22〉 파이프가 너무 높게 설치되어 널판자로 사료조 턱을 높인 사례

5.2. 급수시설

소가 신선한 물을 자유롭게 마실 수 있도록 급수기를 우사의 구조에 맞추어 구획별로 적절하게 배치해야 한다.

여름철에는 15~24℃의 시원한 물을, 겨울철에는 수온이 1.7~2.8℃ 이하로 내려가지 않도록 수온조절이 가능한 전기발열선이 내장된 전기가온급수기를 설치하는 것이 좋고, 지하수를 이용할 경우에는 정기적으로 수질검사를 실시하여 급수용으로서의 적합 여부를 확인하여야 한다.

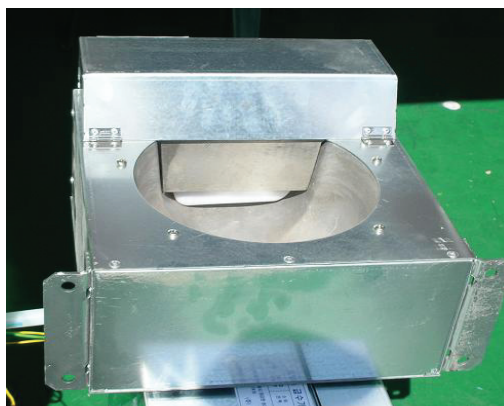
〈표-9〉 한우의 사육단계별 필요 급수량(여름철 기준)

	육성우 (~363kg)	비육우 (~545kg)	미경산우 (363kg)	경산우 (454kg)	경산우 (590kg)	씨수소 (681kg)
필요 급수량 (ℓ/두/일)	30.8~56.8	56.8~83.3	56.8	68.2	94.7	102.3

자료 : 농림부 등(2001)

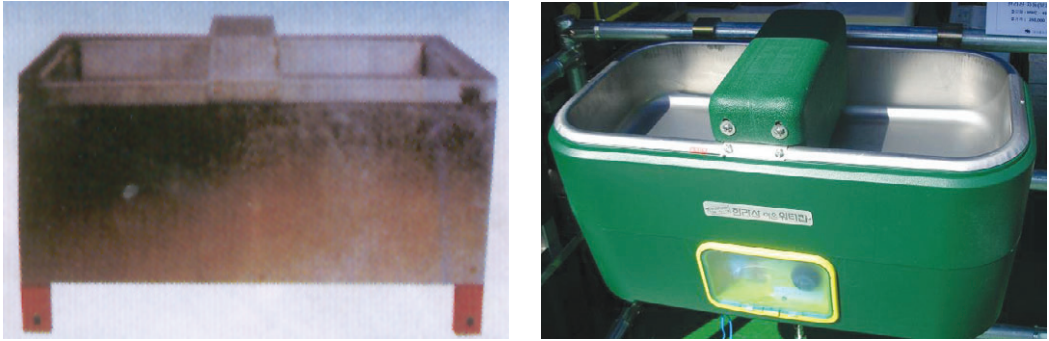
급수기는 형태 및 보온방법에 따라 장단점이 있으므로 잘 선택하여야 한다.

워터컵(그림 23)은 비교적 적은 비용으로 설치하기가 용이하고 항상 신선한 물을 공급할 수 있다는 장점이 있으나 겨울철 관리에 어려움이 있고 하나의 급수기로 여러 마리가 한꺼번에 이용하기가 어렵다.



〈그림 23〉 워터컵

한우농가에서 많이 볼 수 있는 그림 24의 전기온수기는 시설비가 비교적 저렴하고 물의 상태를 수시로 확인할 수 있으며 물통을 청소해 주는데 버리는 물의 양이 적어 물의 낭비가 적다는 장점이 있으나 겨울철에 전기료가 든다는 단점이 있다.



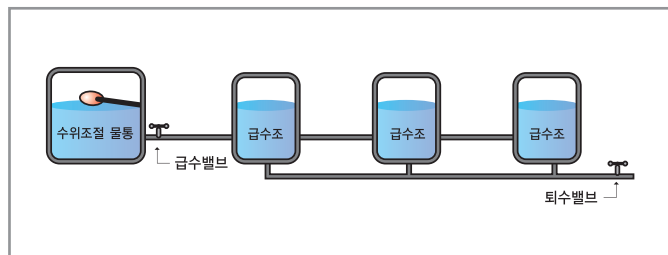
〈그림 24〉 전기온수기

또 그림 25와 같이 급수기의 재질을 방한재로 튼튼하게 만들고 입구를 파란 공으로 공기층을 만들어서 겨울철에 별도로 가온시설을 하지 않아도 물이 얼지 않도록 하는 형태의 급수기가 있는데 전기료 등을 절약할 수 있다는 장점이 있으나 비교적 값이 비싸고 급수기 안을 들여다볼 수 없어 자칫 여름철에 물이 부패한 것을 확인하지 못하여 소에게 신선한 물을 공급하지 못하는 경우가 종종 있다.



〈그림 25〉 입구를 공으로 막아 공기층을 만들어 얼지 않도록 한 급수기

또 그림 26과 같이 농가에서 물통을 관리하기 편하게 한다고 각 우방의 급수조를 파이프로 연결하여 똑같은 수위에서 각 우방에 물이 공급되도록 설계한 것을 볼 수 있는데, 이 형태의 급수시설은 사료찌꺼기 등으로 퇴수구가 막히기도 하고, 겨울철 급수기 관리가 쉽지 않아 추운 지방에서는 사용하기가 곤란하며, 급수기를 청소할 때 전체 급수조의 물을 모두 버려야 하므로 물의 낭비가 크다는 단점이 있고, 특히 각 우방으로 연결된 파이프를 통해 가축 질병이 전염될 수 있으므로 주의할 필요가 있다.



〈그림 26〉 급수조절 시스템

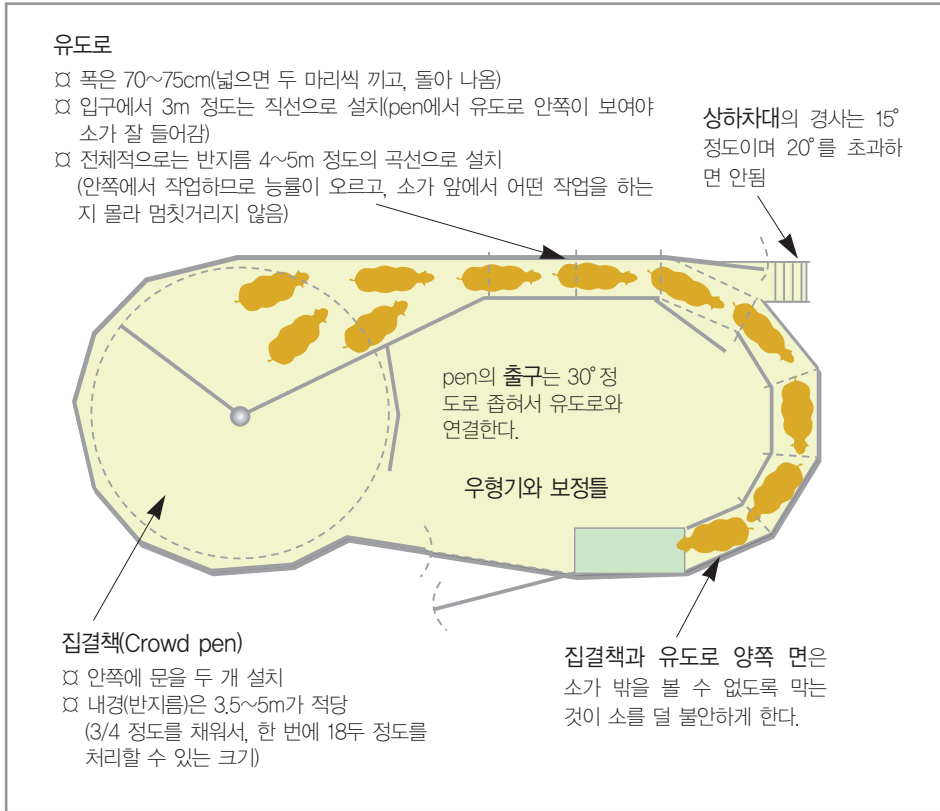
5.3. 소를 붙잡는 시설(집결책과 유도로)

한우의 사육규모가 점점 대규모화되면서 20~30두 이상의 소를 기르는 목장에서는 인공수정을 하거나 치료, 거세 그리고 소의 체중을 측정하기 위하여 소를 붙잡아야만 할 경우가 자주 생긴다.

소는 사람에게 붙잡힌다는 것만으로도 큰 스트레스를 받으며 특히 사람에게 붙잡히기까지 이리저리 몰릴 때 더 큰 스트레스를 받는다. 그러므로 소를 한 곳으로 몰아넣고 소에게 스트레스를 가장 적게 주면서 효과적으로 소를 붙잡을 수 있는 시설이 꼭 필요하다.

먼저 어떤 작업을 할 때 우선 소를 한 곳에 몰아넣는 집결책(Crowd pen)이 필요한데, 집결책의 크기는 한 번에 전체 공간의 3/4 정도를 채워서 18두 정도를 처리할 수 있는 크기로 반지름 3.5~5m 정도가 적당하다.

소가 집결책에 모이면 작업을 하기 위해 소를 '유도로'로 몰아넣어야 하는데, 집결책에서 유도도로 들어가는 입구는 3m 정도 직선으로 설치하는 것이 좋은데, 그 이유는 소들이 좁은 유도도로 안쪽으로 들어갈 때 유도도로 안쪽이 잘 보이지 않으면 무서워하면서 잘 들어가지 않으며 자기 몸길이의 2배 정도를 볼 수 있어야 순순히 유도도로로 들어가기 때문이다(그림 27).

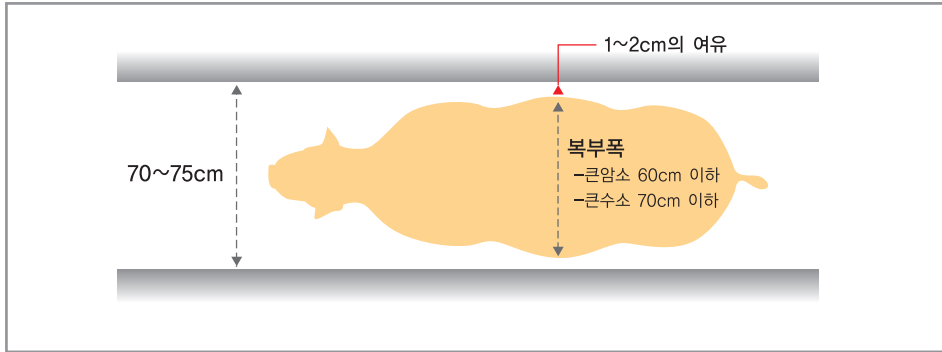


〈그림 27〉 집결책과 유도로

집결책과 유도로는 모두 소가 바깥을 볼 수 없도록 막아주면 소가 불안해하지 않아 작업하기가 아주 용이해진다.

또 유도로는 전체적으로 반지름 4~5m 정도의 곡선으로 커브지게 설치하면 적어도 두 가지 이유에서 유리하다. 하나는 소들의 시야를 제한함으로써 소에게 안정감을 줄 수 있고 또 하나는 사람이 커브진 유도로 안쪽에서 일하게 되므로 작업 동선을 짧게 할 수 있다는 장점이 있다.

한우는 체폭 중 가장 넓은 배 부분의 폭이 큰 소의 경우에도 암소는 60cm, 비육을 마친 수소는 70cm가 넘는 일이 거의 없으므로 유도로 폭은 그림 28과 같이 70~75cm가 적당하다. 많은 한우 목장 유도로를 보면 거의 모두 그 폭을 1m 정도로 만들어 놓은 걸 볼 수 있는데 유도로 폭이 넓으면 작업할 때 소들이 두세 마리씩 서로 끼여 순서대로 조용히 움직이지 못하게 되고, 또 당황한 소들이 유도로 안에서 몸을 돌려서 되돌아 나오기도 해서 낭패를 보는 경우가 흔하다.



〈그림 28〉 유도로의 적정 폭

Ⅲ. 가축분뇨의 이용

1. 가축분뇨의 자원순환과 이용가치

가축분뇨는 표 10과 같이 작물의 영양원 또는 토양 개량제로서의 가치가 인정되어 오랫동안 주요한 자원이 되어 왔으나 국민 소득증대에 따른 육류 소비량의 증가로 가축사육두수가 늘어나고 축산업의 규모화가 진행됨에 따라 생산량이 농업 이용량의 한계를 초과하고 있다.

자연계의 유기물자원은 계속 순환되어야 하며 그 흐름이 멈추는 곳에 과도한 상태가 되어 오염으로 나타난다. 즉 농경지로부터 생산된 사료(곡물, 조사료 등)가 가축에 이용되고 가축은 인간에게 유용한 축산물(고기, 우유 등)과 함께 지력증진에 필요한 분뇨를 생산하며 이 분뇨는 다시 농지에 환원되어 곡물과 사료를 생산한다. 그러나 이러한 순환은 부분적으로 깨어지기 쉽고 이때 환경오염 문제를 일으키게 된다. 따라서 가축분뇨 관리문제는 이 가축과 경종작물과의 자원순환체계를 어떻게 유지할 수 있을 것이냐 하는 것으로 경종농가가 사용하기 좋은 분뇨 비료의 생산이 가장 중요하다.

가축분뇨는 각종 유기물과 영양분을 골고루 함유하고 있으며 퇴비는 지효성이고 액비는 화학비료와 거의 동등한 속효성을 가진다.

〈표-10〉 가축분뇨의 이용효과

작물에 대한 양분 공급	토양의 물리·화학적 개선	토양 생물상의 활성 증진
• 다량, 미량 요소의 공급 • 토양 영양분 공급 • 탄산가스 공급 • 작물 생육 촉진물질 공급	• 토양 입단 형성 : 공극 분포, 투수성, 보수성 및 통기성 등 개선 • 토양 완충능력 증대	• 중소생물, 미생물 다양성 증대 • 물질 순환기능 증대 • 생물적 완충기능 증대 • 유해물질의 분해 및 제어

한우의 분에는 질소 0.34%, 인산 0.29% 및 칼리가 0.09% 정도가 포함되어 있고 요에는 질소가 0.48%, 인산이 0.01%, 칼리가 0.48% 포함되어 있다. 따라서 한우의 분뇨로 제조된 퇴비는 물리적 토양개량효과를 나타낼 뿐만 아니라 우리나라에서 연간 농경지에 사용되는 화학비료의 질소 87%, 인산 54%, 칼리 53%를 대체할 수 있다(표 11).

〈표-11〉 우리나라에서 생산되는 가축분뇨의 비료성분량과 화학비료 사용량

구 분	질소(N)	인산(P ₂ O ₅)	칼리(K ₂ O)
가축분뇨 중 비료성분량(a)	222천톤	65	86
시비량 기준 비료소요량(b)	280	140	183
대체가능 비율(a/b)	87%	54	53

자료 : 축산기술연구소(2000)

2. 가축분뇨 배출량 및 배출시설 기준

가축분뇨 및 배출시설과 관련된 용어는 다음과 같이 정의된다.

① ‘가축분뇨’란 가축이 배설하는 분, 뇨 및 가축사육과정에서 사용된 물 등이 분뇨에 섞인 것을 말하며 ② ‘배출시설’이란 가축분뇨가 발생하는 시설 및 장소 등으로서 축사, 운동장 및 그 밖의 환경부령이 정하는 것(축사, 착유실 및 운동장)을 말하고 ③ ‘자원화시설’은 가축분뇨를 퇴비, 액비 또는 바이오에너지 등으로 만드는 시설을 말하며 ④ ‘정화시설’은 가축분뇨를 침전 및 분해 등 환경부령이 정하는 방법(호기성 생물학적 방법, 혐기성 생물학적 처리방법, 물리·화학적 방법 및 기타 상기 방법을 조합한 방법)에 따라 처리하는 시설을 말한다.

한우의 성장단계별 분뇨 배설량은 표 12와 같으며 환경부에서 정한 소 분뇨 배출량은 분 8 kg/일, 뇨 5.7ℓ/일로 합계 13.7ℓ로 정하고 있다(환경부, 2008.12.23).

〈표-12〉 한우의 성별 및 성장단계별 분뇨 배설량

구분		체중(kg)	배설량(kg/두/일)			분뇨배설량/체중(%)
			분	뇨	계	
번식우	송아지	203	8.9	2.3	11.2	5.5
	육성우	335	10.8	3.3	14.1	4.2
	종빈우	487	15.5	4.6	20.1	4.1
비육우	송아지	181	8.9	2.7	11.6	6.1
	육성우	342	10.4	4.0	14.4	4.2
	비육전기	466	13.0	7.3	20.3	4.4
	비육후기	542	10.6	6.3	16.9	3.1

자료 : 축산과학원(2007)

배출시설의 허가대상은 특정지역은 450m² 이상, 일반지역은 900m² 이상이며, 신고대상은 각각 450m² 이하 900m² 이하이다(표 13).

〈표-13〉 배출시설의 허가 및 신고 대상(사육두수는 참고사항임)

구분	허가대상		신고대상	
	면적	사육두수	면적	사육두수
특정지역	450m ² 이상	38두 이상	100~450m ²	9~38두
일반지역	900m ² 이상	75두 이상	100~900m ²	9~75두

자료 : 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률(2007)

자원화시설로서 퇴비화시설은 축사에서 발생된 축산분뇨를 1개월 이상(톱밥을 수분조절제로 사용하는 경우에는 2개월 이상) 건조 발효할 수 있는 시설과 퇴비저장시설을 갖추어야 하며, 액비화시설은 축사에서 발생된 가축분뇨를 6개월 이상 저장할 수 있는 저장조와 액비를 살포할 수 있는 농경지(초지의 경우 520m²/두 이상, 논은 990m²/두 이상, 밭은 640m²/두 이상)를 확보하여야 한다(환경부, 1997).

3. 가축사육 형태별 분뇨처리 방법

3.1. 외양간

외양간은 예전에 경종농업을 겸하는 소규모 축산농가에서 볼 수 있었으며 지금은 거의 볼 수 없다. 보통 부엌 옆에 외양간을 짓고 깔짚으로는 벼짚을 깔아주는데, 벼짚은 표면이 반질 반질하여 물이 잘 스미지 않아 소가 밟아서 표면이 손상되어야 습기를 흡수하게 된다.

깔짚은 소 엉덩이에 우분이 묻어나기 시작할 때 교체하며 외양간에서 걷어낸 후 그림 29와 같이 밭 가장자리에 두엄형태로 약 1.5m 높이까지 쌓아놓았다가 2개월 정도 지난 뒤 거름으로 이용한다.



〈그림 29〉 두엄

3.2. 계류식 우사

계류식 우사란 그림 30과 같이 소를 매어 기르는 우사로 보통 깔짚을 깔아주지 않는다.

우분은 매일 수거하여 퇴비장에 모아두었다가 부숙시켜 이용하며, 오줌은 경사지게 만든 홈을 따라 우사 밖으로 수집하여 액비로 이용한다.

별도로 수거한 오줌을 액비화하기 위한 처리시설이 필요하다. 공기를 불어 넣어 호기성 액비처리한 것은 비료성분은 낮아지나 악취가 없고 단기간(1~2개월)에 액비화하는 이점이 있고, 저장시설에 6개월 이상을 저장하여 혐기성 액비처리한 것은 비료성분은 높으나 악취로 인한 혐오감이 있다.



〈그림 30〉 계류식 우사



〈그림 31〉 톱밥 깔짚 군사식 우사

3.3. 톱밥 깔짚 군사식 우사

톱밥 깔짚 군사식 우사란 그림 31과 같이 한 방에 여러 마리의 소를 기르는 형태의 우사를 말하며, 보통 우방 바닥에 깔짚으로 톱밥이나 왕겨를 깔아준다. 깔짚용 톱밥은 표 14 및 15와 같이 5cm 정도의 두께로 깔아주는 것이 경제적이며 왕겨와 톱밥을 1:1로 혼합사용하는 것도 경제적인 것으로 조사되고 있다(축산기술연구소, 1994).

톱밥 깔짚 우사는 번식우사의 경우 두당 10m², 비육우사의 경우 두당 7m²를 기준으로 한다(농림수산식품부고시 제2008-79호).

〈표-14〉 우사에 깔아주는 톱밥두께별 이용효과

구분	우상 내 톱밥 두께(cm)		
	5	10	15
이용일수(일)	38	42	80
톱밥소요량(m ³ /년/두)	3.2	5.7	4.6
수분증발량(g)	1,711	1,296	1,029

자료 : 축산기술연구소(1994)

〈표-15〉 톱밥 깔짚 우사 100m²당 한우 사육두수 및 톱밥 이용

구분	사육두수	마리당 배출량	발생량 합계	분함수율(%)	톱밥교환 주기	톱밥깔짚 두께
한우 (비육우기준)	14.3 두/100m ²	8.0 kg/일.두	114.4 kg/일/100m ²	78.4	1개월	5cm

자료 : 축산기술연구소(1994)

축사 주변은 배수로를 설치하여 물이 우사 안으로 스며들지 않도록 하고 축사는 통풍이 잘 되도록 개방하되 비 들이침이 없도록 세심하게 관리하여야 한다. 또한 급수기와 사료조는 서로 반대방향에 배치하여 소가 왔다갔다 하면서 발굽으로 깔짚을 뒤집도록 하고, 급수기와 사료조 주변 톱밥은 가급적 자주 교체해 준다. 또한 우사 지붕은 개폐 또는 투명자재로 설치하여 채광을 용이하게 하고 통풍용 팬을 우사 내부에 설치하는 것도 좋은 방법이다.

퇴비사는 그림 32와 같이 2개월 이상 발효 및 저장할 수 있는 용적으로 구비되어야 한다. 톱밥깔짚우사의 경우 우사 100m²당 13m³의 퇴비사를 확보하여야 한다(가축분뇨자원화시설표준설계도 2008).



〈그림 32〉 퇴비사

4. 가축분뇨의 퇴비화

퇴비화(Composting)는 유기물이 미생물에 의하여 분해되는 안정화 과정이며, 그 최종 물질은 환경적으로 나쁜 영향을 주지 않아야 하고, 토양에 사용할 수 있어야 한다.

유기물은 미생물에 의해 분해되면 이산화탄소, 물 및 무기물로 전환된다. 미생물에 의해 분해가 어려운 유기물과 미생물 분해과정 중에 새로이 합성된 물질은 부식(humus)으로 잔류하는데, 이 과정을 부숙화라고 한다.

질 좋은 퇴비는 토양의 물리성, 화학성 및 미생물상이 개선되어 작물이 생육하기 좋은 환경을 만든다. 양질의 퇴비는

- * 유기물 중의 C/N율(탄소/질소비율)을 20 전후로 조절함으로써 토양 중에서 급격한 분해나 작물의 질소 기아를 방지하며
- * 유기물에 함유된 유해성분을 미리 분해하여 작물의 생육 장애를 방지하고
- * 유기물 중의 유해 해충 및 잡초의 종자를 고열에 의하여 사멸시키며
- * 오물감을 없애므로 취급이 쉽고 안심하고 사용할 수 있다

4.1. 퇴비화의 과정

퇴비화는 호기성 미생물에 의해 진행되는 부숙과정으로서 3단계로 구분된다.

- 1단계 : 발효가 시작되는 초기단계로 중온성 세균과 사상균이 유기물 분해에 관여한다. 유기물이 분해되면서 온도가 점점 상승하게 되어 40℃ 이상이 되면 중온성 세균은 사멸

되고 고온성균이 증식한다. 초기단계에서는 분해되기 쉬운 당류, 아미노산 등이 분해된다.

- 2단계 : 퇴비의 온도가 50~60℃ 또는 70℃ 이상의 고온이 지속되기도 한다. 퇴비화에 적당한 온도범위는 40~55℃이며 온도가 지나치게 높거나 낮으면 퇴비화가 지연된다. 2단계는 셀룰로오스(cellulose), 헤미셀룰로오스(hemicellulose), 펙틴(pectine) 등 난분해성 물질들이 분해되는 고온성 퇴비화 과정으로 분해가 진행됨에 따라 재료의 C/N율은 안정한 상태로 낮아진다.
- 3단계 : 퇴비화의 2단계를 지나면 리그닌 같은 난분해성(難分解性) 유기물만 남게 되어 분해속도가 느려지고 퇴비의 온도도 40℃ 이하로 낮아진다. 이때 다시 중온성 미생물이 활동하게 되어 미부숙된 난분해성 유기물이 안정화되는데 이 기간을 숙성단계라고도 한다.
퇴비화가 완료되면 암갈색 또는 흑갈색이 된다.

4.2. 퇴비화의 최적 조건

한우의 분뇨를 퇴비화하면, 분뇨의 악취와 수분이 감소하여 취급하기 용이하게 되며, 분뇨 중에 포함되어 있는 잡초종자, 병원균 및 기생충알 등이 사멸되어 위생 면에서 안전하게 사용할 수 있다. 한우의 분뇨를 퇴비화하기 위한 최적조건은 표 16과 같다.

〈표-16〉 최적 퇴비화 조건

구분	최적 조건	비고
입자 크기	0.65~2.54cm	공극 제공
C/N비	20~30:1(C/P비 : 100~150:1)	미생물의 영양분 공급
공기 중 산소 비율	12~13%	5% 이하로 낮아지면 혐기발효 개시
수분함량	50~60%	40% 이하이면 미생물 활동 저하
pH	5.5~8.5	8 이상이면 NH ₃ 생성
자연통기	공극 30%	용적 540kg/m ³
퇴적높이	60~200cm	200cm 이상이면 통기성 불량
교반	1~2회/일	최소 1회/주 이상

자료 : 홍 등(1999)

4.3. 퇴비의 이용 및 판매

가축분뇨를 원료로 한 퇴비는 토양과 작물에 유용하여 포장 또는 비포장(벌크)로 인근에 유통된다. 이 같은 퇴비는 부산물비료로 분류 취급되며, 일정규모 이상(일일 평균 1.5톤을 초과한 부산물비료를 생산 판매하는 경우로 대략 180여 두 이상의 사육규모)의 부산물비료를 판매할 경우 비료관리법에 의하여 비료생산업자 등록(건물 및 시설배치도, 공장등록증, 제조공정 원료 투입비율, 보증성분·유해성분 및 규격의 검사성적서를 구비하여 도지사에게 신청)을 하여야 하고 퇴비 품질에 대하여 공정규격을 지켜야 한다.

단 일일 1.5톤 이하로 생산되는 규모 이하의 농가가 퇴비로 유통(판매)하는 경우와 1.5톤 초과 농가이더라도 퇴비를 무상으로 유통·공급을 하는 경우는 비료관리법에 적용받지 않는다.

5. 수분 조절제

가축분뇨는 입자가 미세하고 수분함량이 높아 쌓아두면 눌림 현상으로 입자 간 공간이 적어져 산소부족으로 미생물의 활력이 떨어지므로 미생물의 활동을 최적화시키기 위해서는 입자간 공기유동이 원활하게 되도록 수분함량을 적정수준으로 조절하여야 한다. 표 17과 같이 수분흡수력이 좋고 기공이 많으면서 독성이 없는 재료는 모두 수분조절제로 사용할 수 있다.

〈표-17〉 수분조절제 종류별 특성

재료명	수분 (%)	수분흡수율 (%)	무게 (kg/m³)	탄소 (%)	총에너지 (cal/kg)
톱밥	26.9	285.8	181	55.2	4257
왕겨	13.7	183.3	104	47.5	3785
분쇄왕겨	11.9	213.5	184	47.9	3785
팽연왕겨	17.7	268.8	235	45.6	3772
목편	53.7	15.4	395	—	—
신문지	5.4	335.9	132	52.9	3349

자료 : 축산기술연구소(1997)

6. 가축사육환경 개선제

가축사육환경 개선제란 효소, 생균, 활성탄, 광물질, 목초액, 키토산, 해초 및 과일추출물 등 사료에 일정비율로 혼합하여 급여하거나 축사를 비롯한 분뇨에 뿌려주어 소의 소화율을 높이거나 분뇨의 악취를 제거하는 등의 효과가 있는 물질을 말한다(표 18).

환경개선제를 급여하면 소화율을 높여 분뇨 배출량을 줄이며, 악취물질인 암모니아를 현격히 줄여주어 소의 스트레스를 줄이고, 악취로 인한 잦은 환기가 필요치 않아 난방비용을 절감할 수 있는 등 축사 내 위생적인 환경을 유도할 수 있다.

〈표-18〉 가축사육환경 개선제의 종류

구분	환경개선제
항응고제	활성탄, 실리카분말
효소제	효소생균제생균, 멀티락토
규산염제	벤토나이트, 일라이트, 제올라이트
추출제	목초, 초목, 해초, 유카, 과일추출물, 키토산
올리고당	푸락토올리고당, 키토올리고당

- 효소 및 생균 등 미생물 제재 : 소화에 유용한 장내 미생물을 증가시켜 사료 소화율을 높임으로써 냄새 원인이 되는 분뇨 내 유기물 및 질소 등의 물질 농도를 낮추고 냄새 제거에 효과적인 균들의 함량을 높인다.
 - 활성탄과 광물질 : 소화관을 지나면서 소화에 불량한 물질이나 악취 발생 원인이 되는 성분을 흡착하고 소화에 유용한 미생물을 조정하여 소화효율을 높이며, 특히 표면의 다공성을 이용하여 암모니아 가스를 직접 흡착함으로써 악취를 억제한다.
 - 기타 자연물질 추출물 : 장내 미생물과 가축 소화기관의 활력을 높이거나 유해 또는 유익한 균을 선별 조정함으로써 소화율을 향상시킨다.
 - 항생제 남용 예방효과 : 항생제 남용은 축산물 내에 항생물질 잔류로 각종 병원균의 내성이 강해지는 등의 문제를 야기한다.
- 축산환경개선제는 축사 내 환경을 개선하고 사료 소화율을 높여 건강한 가축을 만듦으로써 항생제 사용을 줄이게 하는 효과가 있다.

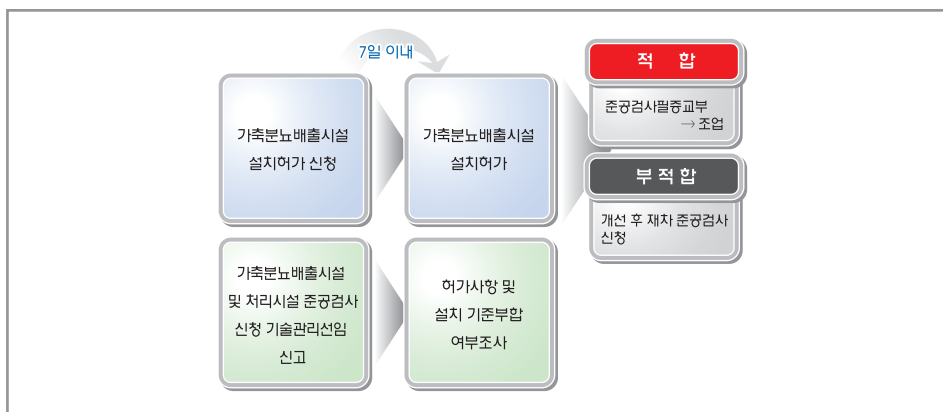
7. 가축분뇨 배출시설의 허가 및 신고

한우의 경우 우사의 면적이 900m² 이상(특정지역 450m² 이상)이면 허가대상이며, 우사의 면적이 100~900m²(특정지역 100~450m²)이면 신고대상이다.

허가 및 신고절차는 그림 33 및 34와 같다.

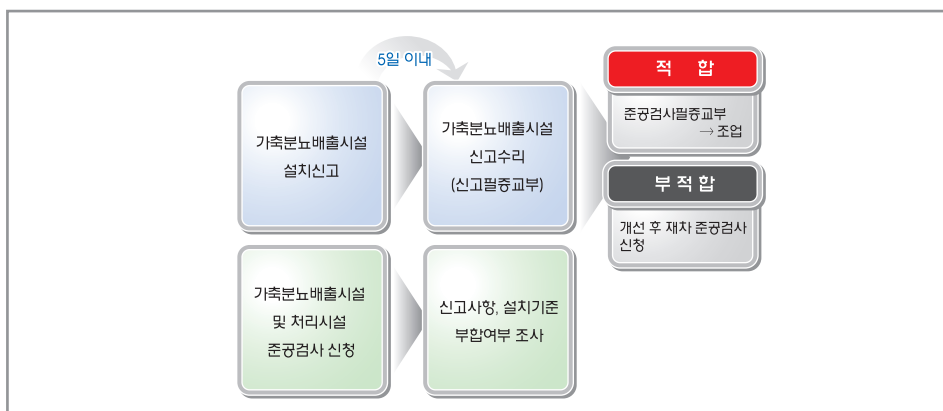
허가 및 신고 시에 가축분뇨배출시설 설치내역서가 필요한데 한우의 경우 두당 소요면적은 12.0m²/두가 기준이며, 한우의 배출 원단위는 분 8.0kg/일 · 두, 노 5.7kg/일 · 두가 기준이다.

톱밥(또는 왕겨)깔짚우사의 경우 우사 100m²당 퇴비사 13m³에 해당되는 용적의 퇴비사를 설치해야 한다.



자료 : 농협중앙회(2009)

〈그림 33〉 가축분뇨 배출시설의 허가 절차



자료 : 농협중앙회(2009)

〈그림 34〉 가축분뇨 배출시설의 신고 절차

• 한우사육시설(가축분뇨 배출시설)의 설치허가 제한

시·도지사는 가축분뇨 배출시설로부터 배출되는 오염물질로 인하여 환경기준의 유지가 곤란하거나 주민의 건강과 재산에 중대한 위해를 가져올 수 있을 가능성이 있다고 판단되는 지역에 대해서는 다음의 사항을 고려하여 가축분뇨 배출시설의 설치허가 또는 변경허가를 제한할 수 있다.

- ① 상수원의 취수현황과 계획
- ② 국토관리법 시행령 제7조의 규정에 의거 준도시지역 중 운동 및 휴양 지구의 현황 및 계획
- ③ 수질환경보전법 제2조의 규정에 의거 공공수역의 수질에 미치는 영향
- ④ 환경정책기본법 제10조의 규정에 의거 환경기준의 유지 정도

참 고 문 헌

- 농림부, 농협중앙회, 2008. 친환경축산표준모델.
- 농림부, 농촌진흥청축산기술연구소, 축협중앙회, 1997. 소고급육생산기술교본, p.75.
- 농림부, 축산기술연구소, 농협중앙회, 2001. 한우고급육생산기술.
- 농림수산부, 축협중앙회, 1996. 신고규모 축사 설계도 해설 및 시방서.
- 농촌진흥청, 1991. 표준영농교본.
- 농촌진흥청, 2000. 표준영농교본(축산환경과 시설).
- 농협중앙회, 2009. 축사건축기술서(우사편).
- 유재일, 2006.8. 소 사육 시설과 환기관리.
- 축산과학원, 2007. 2007 한국사양표준 한우.
- 축산기술연구소, 1994. 축산시험연구보고서, p.178~192.
- 축산기술연구소, 1997. 축산시험연구보고서 제1권, p.495~501.
- 축산기술연구소, 1997. 새로운 한우사육기술.
- 축산기술연구소, 2000. 가축분뇨 자원화 및 이용기술 개발 part 2, p.65~82.
- 환경부, 1997. 축산폐수 처리에 관한 법률해설, 환경백서.
- 홍지형, 박금주, 전병태, 홍성철, 1999. 축산폐기물 자원화 동화기술.