



# 반추가축에 있어 조사료의 역할

축산기술연구소 초지사료과  
농학박사 윤 세 형

## 1. 머 리 말

돼지, 닭 등과는 달리 소는 반추가축으로 분류된다. 즉 반추(되새김)는 동물 분류시 중요한 판단기준이 될 만큼 특징적인 것이다. 반추가축은 반추위라는 단위동물에는 없는 소화기관을 가지고 있으며, 이는 소화 생리가 단위동물과는 근본적으로 다름을 의미한다.

조사료는 반추가축에게는 필수불가결하지만, 단위동물에서는 논의의 대상조차 되지 못한다. 따라서 조사료의 중요성을 이해하기 위하여는 반추위가 가지고 있는 의미를 정확히 파악하여야 한다.

우선 되새김의 중요성이 인식되어야 하며, 반추가축의 생리를 이해하면 조사료가 필요한 이유도 깨닫게 된다.

흔히 조사료를 영양소원으로 생각하는 경우가 있다. 조사료가 영양소원에 지나지 않는다면 영양소 함량이 높은 농후사료가 조사료를 대체하여 굳이 조사료로 인한 어려움을 겪지 않아도 될 것이다. 물론 영양적인 면에서의 양질조사료도 중요한, 조사료는 조사료만이 갖고 있는 특수성 때문에 농후사료로는 대체될 수 없는 것이다.

## 2. 반추위의 정의와 발달

이미 잘 알려진 바와 같이 소는 4개의 위를 가지고 있다. 일반적으로 반추위하면 제1위를 생각하기 쉬우나 제1위와 제2위는 큰 구멍으

로 연결되어 있고 내용물의 이동이 자유로우며 소화기능상의 차이가 없어 이 두개의 위를 모두 반추위라 한다.

이 반추위의 크기는 성장단계에 따라 변하여 갓 태어났을 때에는 4위보다도 작으며 그 기능도 거의 없고 미생물도 서식하지 않으나 건조 등의 조사료가 섭취되기 시작하면 급격히 발달이 촉진되어 생후 3개월 이후가 되면 제1위만의 무게가 체중의 20%를 점할 정도로 커져, 소화기관 중에서 가장 큰 기관으로 성장하며, 생후 6개월 이후에는 모든 위의 80% 이상을 차지하게 된다.

이와같이 반추위는 조사료의 섭취가 시작되면 급격히 성장하는데 그 이유는 무엇일까?

여러가지의 요인에 의하여 반추위가 성장하게 되지만 가장 중요한 요인은 조사료에 의한 물리적 자극이다. 조사료의 물리성이 반추위벽을 자극하면 급격히 성장하는 것이다. 이런 이유에서 성장 초기에 조사료를 충분히 공급하여야 반추위가 충실하게 발달되는 것이며, 육성기 사육방법이 중요하다는 것도 이와같은 이유에서이다.

여기서 말하는 조사료의 물리성이란 어려운 의미가 아니라 딱딱하고 뻣뻣한 성질을 말하는 것으로 물에 불려진 여물을 연상하면 좋을 것이다. 이 딱딱하고 뻣뻣한 물질이 위벽이 찌르면 위가 거기에 대응하여 위벽이 성장하고 단단해지는 것이다.

여기에서 중요한 용어가 나왔다. 조사료의 물리성이란 단어이다. 이 단어가 조사료는 농후사료로 대체될 수 없음을 점차 깨닫게 할 것

이다.

### 3. 반추위의 기능

소의 소화기능에 대하여 간략히 언급하면, 소의 소화는 반추위내 미생물에 의한 1차 소화와 위액에 의한 2차 소화로 나눌 수 있다.

1차 소화와 2차 소화와의 관계는 독립적일 수도 있고, 연관적일 수도 있다. 비껴말하면 반추위내 미생물에 의한 1차 소화로 분해 생성된 물질이 그대로 흡수 이용되기도 하고, 1차 소화에 의해 어느정도 분해된 섭취물이 제3위와 제4위에서 분비된 소화액에 의한 2차 소화로 최종 분해 이용되기도 한다. 따라서 1, 2차 소화 모두 소홀히 할 수 없는 중요한 의미를 가지고 있다.

반추위는 이 가운데 1차 소화를 담당한다. 1차 소화는 미생물에 의해 이루어지므로 미생물 수적확보와 활력유지는 무엇보다 중요하며 여기에 조사료가 관여하게 된다.

반추위는 소화에 유용한 미생물을 사육하는 사육상자라 할 수 있다. 따라서 섬유소를 분해할 수 있는 유효미생물이 잘 자랄 수 있는 여건을 만들어 주는 것이 바로 반추위의 소화기능을 촉진시키는 것이다.

반추위내 물질의 분포는 상층의 가스층, 중간층의 섬유소층, 하층의 액상부로 나뉜다. 이 가운데 중간층의 섬유소층이 분문부를 자극하면 반추(되새김)가 시작된다. 따라서 조사료가 충분히 공급되어 섬유층이 충실히 형성되면 활발한 반추가 이루어지게 되는 것이다.

#### 4. 반추위 소화액에 관여하는 효소

반추가축의 소화는 1차 소화와 2차 소화로 양분할 수 있으며 반추위가 1차 소화를 담당하고 있음을 이미 기술하였다.

그렇다면 조사료는 반추위소화 즉 1차 소화액에 어떤 영향을 미치는 것일까?

앞서 언급한 바와 같이 1차 소화의 주체는 미생물이다. 1차 소화를 완벽하게 하기 위하여는 미생물의 활력을 유지하는 것이다. 즉 미생물의 생육최적조건을 만들어주는 것이다.

미생물의 생육조건 중 중요한 요인은 온도와 수분과 산도(pH)이다. 그렇다면 반추위내에서의 이 요인들이 어떻게 조절되는지 알아보자. 온도는 어떻게 조절되는가?

반추위내에서는 미생물에 의한 발효가 일어나 발효열이 발생한다. 그 상태가 지속된다면 발효열에 의해 온도가 점차 높아져, 미생물의 활력도 저하될 것이다. 그러나 다행스럽게도 위벽에는 혈관이 분포하여 혈액이 열을 빼앗아 체온과 비슷한 온도조건이 유지되어 미생물의 활력은 저하되지 않는다. 즉 온도조건은 유지되어 미생물의 활력은 저하되지 않는다. 즉 온도조건은 발효에 의한 가온작용과 혈관에 의한 냉각작용에 의해 균형을 맞추어, 반추위내 온도는 체온 보다 1°C 정도 높은 미생물 증식에 적당한 상태로 유지된다.

수분은 어떻게 조절되는가.

수분은 가축의 음수행동과 반추위내 액상층에 의해 자연스럽게 조절된다. 그렇다면 산도

는 어떻게 조절되는가.

여기에서 조사료가 중요한 역할을 하게 된다.

미생물에 의한 발효가 계속되면 각종 산이 생성되어 반추위내 산도는 산성화된다. 이렇게 산성화되면 미생물의 활력이 점차 저하되고 결국에는 소멸된다. 마치 사일리지가 조제되는 원리와 같은 것이다.

위내에는 각종 세균과 원생동물이 분포하는데, 주로 원생동물이 조사료의 주요 성분을 이용하는 중요한 역할을 한다. 또한 원생동물은 세균 보다 산도에 영향을 크게 받아 조사료의 이용효율을 변화시킨다.

이러한 산도의 변화를 조절하는 것이 바로 조사료의 역할이다.

조사료의 물리적 자극에 의해 반추가 유도되면 침이 분비되어 되새김 과정에서 조사료와 섞여 다시 반추위로 되돌아 온다. 이때 침은 약 알칼리성(pH 7.4정도)을 띠고 있어 미생물의 생성물에 의해 산화된 반추위내 산도를 적정수준(pH6-7)으로 유지시켜준다.

이렇게 미생물 생육에 관여하는 여러 요인이 적절히 유지되어, 반추위내의 미생물 활력이 유지되어 1차소화는 완벽하게 이루어지게 된다.

다음 표와 같이 조사료의 비율이 높아짐에 따라 제1위내 산도는 중성에 가까워진다.



〈표 1〉 농후사료와 조사료 급여 비율에 따른 제1위내 성상

구 분	농후사료와 조사료의 비율(농 : 조)				
	1 : 0	3 : 1	1 : 1	1 : 3	0 : 1
pH	5.48	6.16	6.38	6.52	6.67
VFA농도(mmol/ℓ)	116.7	114.7	106.7	96.7	84.7
VFA조성(%)					
초 산	44.4	58.9	66.2	68.4	71.0
프로피온산	47.5	20.5	13.5	14.1	17.0
낙산	4.2	16.3	17.2	14.6	9.2
제1위 용량(ℓ/100kg)	11.5	11.4	14.0	15.5	16.8
체류시간(일)					
수용성 성분	0.46	0.40	0.36	0.36	0.42
불소화 성분	4.10	2.43	1.79	1.97	1.68

## 5. 조사료의 물리성

이미 언급한 바와 같이 조사료는 영양적가치는 별도로 물리적 성질에 의해 성장기에는 위벽을 자극하여 반추위의 발달을 촉진시키고, 성장후에는 물리적자극-반추유도-침의 분비 혼입-적정 산도유지의 과정을 거쳐 1차소화를 완벽하게 이루도록 한다.

조사료의 물리성이란 이미 언급한 바와 같이 딱딱하고 뻣뻣한 성질인 만큼 일정한 형태나 부피를 가지고 있어야 한다. 그 이유는 다음과 같다. 첫째는 여러번 기술된 바와 같이 물리적 자극을 줄 수 있어야 한다.

물리적 자극을 통해 어린 송아지의 반추위 발달을 촉진 시킬 수 있으며, 큰 소의 분문부 자극을 통해 반추를 유도할 수 있어야 하기 때문이다. 둘째는 되새김시 침의 분비를 충분히 하기 위하

여는 어느정도의 저작시간과 회수를 유지하여야 한다.

되새김이 종료되어 다시 반추위로 반입될 때의 조사료의 크기는 1mm이하이다. 즉 1mm이하로 저작되는 시간에 반추위내 산도를 조절할 수 있는 만큼의 침이 혼입되어야 한다.

따라서, 되새김할 때에는 조사료가 고풍물(씹을 거리)로 작용하여 충분한 저작시간과 저작회수를 유지하여야 침의 혼입량을 확보할 수 있는 것이다.

한때 위벽에 물리적 자극을 가하기 위해 플라스틱 물질을 반추위에 넣기도 하였으며, 이것이 상품화 되어 사용되기도 하였다. 농후사료만 급여한 소에 이것을 사용하여도 효과는 있을 수 없다. 그 이유는 플라스틱의 자극에 의해 반추가 유도되어 입으로 나온 물질에 조사료가 함유되지 않은 죽과 같은 상태라면 소가 씹을 것

이 없어 곧 되삼겨 버리기 때문에 침이 혼입이 있을 수 없기 때문이다.

특히 사일리지 조제 시 재료를 잘게 썰면 양질의 사일리지를 조제할 수 있으나 지나치게 잘게 썰면 조사료의 물리적 성질을 고려하여 1.5cm 이상의 길이를 유지하여야 한다.

실제적으로 젖소의 사양조건에서 유지율 3.5% 이상의 우유를 생산하려면 되새김시간이 건물 1kg당 31.1분은 되어야하며, 최대 유지방 생산을 위하여는 49.3분이 적당한 것으로 알려져 있다.

이러한 조사료의 물리성을 아래의 식에 의해 추정할 수 있으나 조사료의 종류에 따라 달라질 수 있으므로 정밀도는 그리 높지 않으나 참고할 수는 있을 것이다.

$$\text{조사료지수 (분/kg건물)} = 10.86 + 21.59 \times \text{평균입자 (mm)} - 1.91 \times \text{건물 섭취량 (kg)} + 0.541 \times \text{NDF (\%)}$$

## 6. 조사료의 영양적 가치

그렇다면 조사료의 물리성만 중요하고, 조사료의 영양적 가치는 무시되어도 좋은가. 절대 그렇지 않다. 이제까지 조사료의 물리적 성질이 간과되어 조사료의 이러한 특수한 성질을 강조한 것에 지나지 않는다.

이번에는 조사료의 영양적 가치가 높아야 하는 이유에 대하여 기술하기로 한다.

첫째, 많은 영양성분과 에너지원이 반추위내 1차 소화과정에서 분해 흡수되므로 조사료의 질이 좋아야 유효미생물의 수가 증가하고 활력이 높아진다. 다음 표는 필자가 직접 시험을 수행하여 얻은 결과로 조사료의 질이 좋을수록 유효미생물수가 많아짐을 알 수 있다.

둘째, 고능력우에서는 위의 용적이 한정되어 있어 섭취량도 제한을 받는다. 고능력우라 함은 많은 영양을 섭취하여 많은 생산물을 생산하는 것이다. 젖소의 경우 우유에 함유된 많은 양분을 농후사료만으로 섭취하는 것은 불가능하므로 일정량 이상은 조사료를 통해 섭취하지 않으면 비록 소의 유전적 능력이 뛰어나다 하여도 그 능력을 충분히 발휘할 수 없게 된다.

〈표 2〉 사육형태별 젖소 육성우 반추위 발달 및 미생물 상태

구 분	벧짚사육	TMR	방목사육
크레니얼 근주 두께 (cm)	1.15	1.17	1.33
반추 유두 수 (개/cm <sup>2</sup> )	40.3	50.2	51.4
섬유소분해 박테리아 <sub>2</sub> ( $\times 10^6$ cfu/ml)	1.45	1.65	2.38
셀룰라제 (unit/ml/hr)	1.32	1.46	1.69

〈표 3〉 거세한우의 방목개시 월령별 발육 및 육질변화

구 분		벗짚 급여	6~12월령 방목 이후 벗짚	6~12월령 방목 이후 건초	9~15월령 방목 이후 벗짚	9~15월령 방목 이후 건초
발 육 성 적	개시체중(kg)	377.5	324.9	333.9	296.9	295.9
	종료시 체중(kg)	596.6	575.1	581.1	529.3	547.9
	총 증체량(kg)	219.1	250.2	247.2	232.4	252.0
	일당증체량(kg)	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9
육 질 형 질	근내지방도	3.8	4.5	4.1	3.5	3.6
	육색	4.0	4.0	4.0	3.8	4.0
	지방색	4.0	2.9	3.1	2.8	2.9
	육질등급(1:2:3)	5:3:0	7:1:0	6:2:0	4:3:1	5:3:0
육 량 형 질	도체중(kg)	392.1	374.4	372.3	311.5	328.4
	배최장근단면적 (cm <sup>2</sup> )	85.8	85.3	84.8	75.8	80.9
	등지방두께 (cm)	1.5	1.1	0.9	1.0	1.0
	총량등급(A:B:C)	0:4:4	0:8:0	1:6:1	0:6:2	1:6:1

〈표 4〉 소의 각 기관이 성장하는 시기

(생후 월령)

기 관	가장 빠르게 성장하는 시기	빠른 성장을 개시하는 시기	빠른 성장을 종료하는 시기
체 중	12.3	4.0	20.7
지 육	12.8	5.0	20.7
적 육	10.3	2.7	18.0
지 방	17.9	12.4	23.4
골 격	5.1	생 시	10.7
소화기 전체	6.4	1.6	11.2
반추위 (I, II 위)	8.0	3.3	12.6
IV 위	4.8	생 시	13.6
창 자	3.4	"	11.8
간 장	3.4	"	11.1
심 장	5.9	"	14.0
폐	3.8	"	12.3



## 7. 맺 음 말

이제까지 언급한 바와 같이 조사료는 생육초기에는 제1위벽을 자극하여 기능을 충분히 발휘할 수 있는 반추위의 발달을 촉진시키며, 성장 후에는 반추(되새김)를 통해 반추위내 산도를 적정수준으로 유지하여 1차소화의 주체인 미생물의 수적증가와 활력유지를 통해 에너지를 흡수 이용하도록 하고 있다. 따라서 조사료는 소의 일생동안 불필요한 시기란 없는 것이다.

소의 생리적 작용에 농후사료는 농후사료 나름대로, 조사료는 조사료 나름대로 각기의 역할이 있는 것이다. 이러한 사실을 무시하고 인간의 편의를 위해 어느 하나로 모든 것을 충족

시키려 하여서는 안될 것이다.

소의 생리적 작용에 농후사료는 농후사료 나름대로, 조사료는 조사료 나름대로 각기의 역할이 있는 것이다. 이러한 사실을 무시하고 인간의 편의를 위해 어느 하나로 모든 것을 충족시키려 하여서는 안될 것이다.

반추기축의 생리에 반드시 필요한 조사료가 충분히 공급되지 않아 소가 허약해진다면, 젖소는 경제수명이 짧아지고, 비육우는 고급육 생산을 위한 장기 비육시 비육말기까지 지속적으로 성장하지 않는 것은 당연한 것이다.

모든 일에 가장 바람직한 것은 순리에 따르는 일이듯이 가축 본연의 생리에 맞게 사육하는 것이 높은 생산성을 오래 지속할 수 있는 가장 좋은 방법이라 생각한다.

〈97년도 한우연구회 제1차 발표회 자료인용〉

