

비육우에 대한 비타민C의 급여와 이용성



역·황재형
한우개량부

1. 시작하며

비육우에서는 그 가치를 크게 좌우하는 지방교잡이 12개월령부터 들어가기 때문에 이 시기부터 농후사료를 다급하여 근육을 만듦과 동시에 지방을 만들기 위한 준비가 이루어지고 있습니다.

근육내의 지방은 지방세포에 의해 축적되기 때문에 지방교잡은 지방세포의 수와 각각의 지방세포내에 축적된 지방의 양에 좌우되게 됩니다. 각각의 지방세포에 축적된 지방량은 영양상태 특히 에너지양에 좌우되기 때문에 곡류 등의 농후사료를 다량 급여해야 합니다. 지방세포는 지방전구세포에서 분화하여 형성되지만 그 분화의 시기는 소에서는 비교적 늦게 계속되어 12개월령에서 22개월령 정도 사이에 형성되어 간다고 생각됩니다. 따라서 이 시기에 분화가 추진되도록 영양관리를 해야 합니다.

최근 육질개선을 위해서 많은 목장에서 비육중기에 비타민A의 영양상태를 관리하는 방법을 취하고 있지만 이것은 비타민A가 지방전기세포의 분화를 억제하기 때문에 그 억제작용을 억제하기 위해서라고 생각됩니다.

2. 비육우에 대한 비타민C의 급여

지방전기세포의 분화를 억제하는 비타민A와는 반대로 분화를 촉진하는 물질에 대한 연구가 진행되어 최근 이들 중에서 작용을 강하게 하며 안전성의 관점에서 비타민C가 주목되어, 근기동해지구(近畿東海地區)의 시험연구기관의 협정연구로서 시작되었습니다.

표1은 협정연구로서 이루어지고 있는 육우로의 비타민C 급여의 영향

에 관한 연구보고 안에서 지방교잡기준(BMS) No. 과 육질등급에 관하여 비타민C제제 투여군과 비 투여 대조군에 대하여 개선의 크기를 실증하여 알 기 쉽게 표시한 것입니다. 시험에 따라 비타민C의 종류나 투여기간, 양이 다르고 사용된 두수의 제 약도 있어 종합적으로 차이(우연이라고 할 수 없 는 차이)가 표시된 예는 얼마 되지 않습니다만 개

선의 경향을 나타내며 상향되는 경향을 나타내는 투여군의 수가 확실히 많다는 것에서 지방교잡의 개선 혹은 고기의 육질에 중요한 판단항목에 대하 여 비타민C 급여의 효과가 인정되리라고 생각됩 니다. 이 성과를 기초로 현재 더욱 상세한 검토가 이루어지고 있어 일부목장에서는 실제로 응용되 어 성과를 올린 사례도 보고되어 있습니다.

표1. 비타민C의 급여가 비육우의 육질에 미치는 영향

사용우 (두수)	비타민C			BMS No.	육질등급	연구기관
	약재	투여량	투여기간 월령			
흑거세(3)	린산 에스텔	50g/두/일a)	13~28	↑↑	↑↑	아이치현
흑거세(3)	린산 에스텔	50g/두/일a)	13~20	↑	↑	아이치현
흑거세(3)	린산 에스텔	50g/두/일a)	20~28	↑↑↑	↑↑	아이치현
흑거세(3)	린산 에스텔	10g/두/일a)	12~17	↑	↑↑	아이치현
흑거세(3)	유지피복약제	40mg/kg/일	12~24	↑↑↑*	↑↑↑*	도쿄
흑거세(3)	린산 에스텔	10g/두/일a)	14~25	➔	-	기후현
흑거세(4)	린산 에스텔	20g/두/일b)	13~18	↓↓↓	↓	와카야마현
흑거세(4)	린산 에스텔	20g/두/일b)	15~20	↑↑↑	↑↑	와카야마현
흑거세(5)	유지피복약제	40mg/kg/일	15~30	↓	↑	시가현
흑거세(5)	유지피복약제	80mg/kg/일	15~30	↑	↑↑	시가현
흑거세(3)	유지피복약제	20g/두/일b)	14~29	↑↑↑	↑↑	와카야마현
흑거세(2)	유지피복약제	60mg/kg/일	15~29	↑↑↑	↑↑	후쿠이현
흑거세(3)	유지피복약제	30mg/kg/일	15~29	↑↑	➔	후쿠이현

- 흑거세 : 흑모화종 거세우
- 린산 에스텔 : L-아스코르빈산-3-린산 에스테르 마그네슘 약제
- 유지피복약제 : 대두경화유피복 비타민C약제(L-아스코르빈산 90%함유)
- a : 약재로서의 투여량
- b : 농후사료 안에 0.3% 비율로 첨가하여 투여
- ↑↑↑ : 대조군에 대해 비타민C 약제투여군의 개선량 B가 >20%
- ↑↑ : 20% ≥ B > 10%
- ↑ : 10% ≥ B > 3%
- ➔ : 3% ≥ B > -3%
- ↓ : -3% ≥ B > -10%
- ↓↓ : -10% ≥ B > -20%
- ↓↓↓ : B > -20%
- - : 데이터 없음
- * : 비투여 대조군에 대하여 5% 수준으로 유의성 있음



3. 비타민C의 이용성과 제제의 선택

항산화제인 비타민C는 수용성으로 그 자신이 상당히 변화되기 쉬운 성질을 가지고 있습니다. 때문에 반추위 안에서 쉽게 분해된다고 생각됩니다. 따라서 비타민C를 경구투여하는 경우에는 반추위를 통과할 정도로 많은 양을 투여하든지 반추위 안에서 일어나는 분해에서 보호할 수 있는 제제를 사용할 필요가 있습니다.

한편 비타민C는 하부소화관에서 흡수되기 시작되어 이용되기 때문에 하부소화관에서 흡수되기 쉬운 형태로 보낼 필요가 있습니다. 그림1은 소의 비타민C의 이동을 관념적으로 나타낸 것으로 경구로 섭취된 비타민C는 반추위 안에서 분해되지만 일부는 반추위에서 분해되지 않고 하부소화관에서 흡수됩니다. 한편 건강한 간장에서는 충분한 양의 비타민C가 합성된다고 생각되지만 그것들이 경구로 섭취됨과 동시에 체내를 돌아 항산화작용을 발휘하여 스스로 산화되어 일부는 분해되어 최종적으로 남은 양은 오줌으로 배출됩니다.

우리들은 비육우에 대하여 비타민C의 응용연구를 추진하고 있는 중으로 투여된 비타민C의 이용성에 대해서도 검토할 필요가 있다고 생각하여 반추

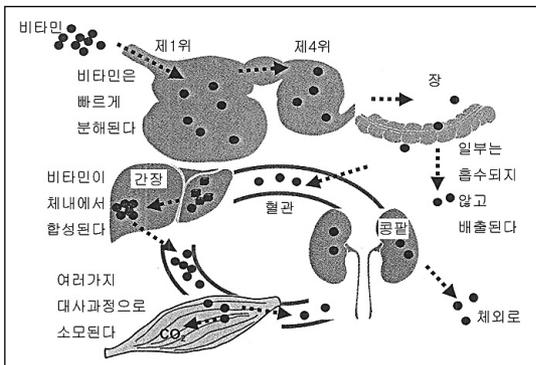


그림1. 소안에서의 비타민의 배출

표2. 비타민C 제제에 이용되는 코팅제와 그 비율

약제	비타민C 함유율	코팅원료(비율)
A	90%	대두 경화유(10%)
B	30%	팜 경화유, 대두 레시틴(70%)
C	50%	팜 경화유, 대두 레시틴(50%)
D	70%	대두 경화유(40%)
E	97.5%	에틸셀룰로즈(2.5%)

위 발효의 영향을 받지 않도록 실용성이 있다고 생각되는 투여를 하여 비육우를 이용, 혈중농도의 추이를 조사하여 육우에 대한 이용성을 검토하였다.

4. 각종 비타민C 제제의 이용성

시험에서 평균중량 555kg, 평균 약40개월령의 비육암소 20두를 사용하여 각 제제투여군 마다 4두로 나누어 비타민C의 함유비율, 만드는 방법이 다른 다섯 종류의 비타민C 제제를 사용하여 연속 7일간 투여하여 매일 혈중농도의 추이를 조사하였다.

표2에 표시된 것처럼 사용한 제제는 코팅제제로서 비타민C 함유율 즉 피복제의 함유비율 혹은 제법이 조금이라도 다른 것을 선택하였습니다. 비타민C의 투여량은 소의 간장에서 합성되는 비타민C

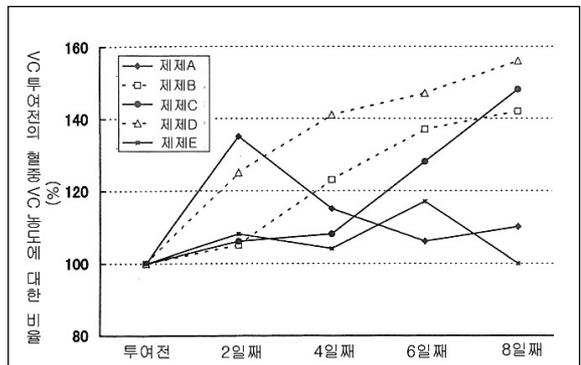


그림2. 비타민C 제제 투여후의 혈중비타민C농도의 추이

의 양보다 약 10배, 체중 1kg당 하루 60mg을 연속해서 7일간 아침 사료급여시간 전에 200g이하의 배합사료에 혼합하여 급여하였다.

그림2는 비타민C 급여개시 후 2, 4, 6 및 8일째의 혈중농도를 비타민C 급여전의 농도를 100으로 하여 지수로 나타낸 것으로 급여개시 후 2, 4 및 6일째의 수치는 급여 후 4시간, 7일째는 최후 투여 후의 28시간 후의 수치를 나타내고 있습니다. 나타난 것처럼 제제B, C 및 D에서는 비타민C의 투여개시 후 점차적으로 비타민C의 농도가 증가하였다.

하지만 제제A에서는 잠시 상승은 하였지만 2일째 이후에는 저하된 후 다시 상승하는 경향을 보이고 있다. 또한 제제E는 급여 후 혈중농도의 상승경향이 인정되지는 않지만 6일째에 가장 높은 수치를 보였다. 제제B, C, D에서 나날이 혈중농도가 높아지는 것이 보여져 이용성이 높고 한번 올라간 혈중농도가 저하되기 전에 전일의 비타민C의 섭취가 이루어지기 때문에 결과적으로 혈중 비타민C의 농도가 증가한다고 생각합니다. 또한 제제A 및 E에서는 흡수량이 적어 다음 섭취까지 혈중농도가 유지되지 않아 결과적으로 혈중농도가 상승되지 않는다고 생각합니다.

이용성이 높다고 생각되는 제제B 및 D에 대해서 1회 투여후의 혈중농도의 추이를 본 결과 각각 8시간 후 및 24시간 후에 혈중농도가 최고조에 달한 것인 확인되고, 24시간 후에도 투여전의 혈중농도보다 높은 농도를 유지하고 있는 것이 확인되었습니다. 이같이 혈중농도의 최고조가 비교적으로 늦게 나타나는 이유는 반추위 안에서 체재기간이 긴 것을 의미하고 있지만, 반추위 안에서 분해되지 않고 바이패스를 통하여 하부소화관에서 흡수, 이용되는 비율이 높다는 것을 반영하고 있다

고 생각됩니다.

이상 비타민C제제의 이용성은 제제에 따라 달라지고, 제제에 따라 높은 이용성을 나타내는 것이 있다는 것이 확인되었습니다. 따라서 당연하지만 육용우에 사용할 경우에는 이용성을 함고하여 제제에 따라 투여량을 정할 필요가 있습니다. 투여량에 대해서는 실제 비육시험에서 최종적으로 정해야하지만 혈중농도의 상승을 판단기준으로 한다면 따로 이루어진 용량반응시험의 결과에서 제제B 및 D에서 10~40mg/kg의 범위가 적당하다고 생각합니다.

5. 마치며

육우에 대한 비타민C의 응용에 대하여 현재에도 많은 시험연구기관에서 정력적으로 검토되고 있어, 앞에서 이야기한 지방교잡이나 육질에 관하여 보다 확실한 정보가 얻어질 것이라고 기대되고 있습니다. 또한 일부의 시험에서는 고기의 맛에 영향을 준다고 이야기되고 있는 지방산조성에 좋은 영향을 준다는 보고가 있어 비육이 진행됨과 동시에 비타민C농도의 저하가 나타나고 있고, 더욱이 화우의 비육에서 사용되고 있는 곡류다급의 장기 비육이 비타민C의 소모, 결여를 가져올 가능성이 있다는 보고도 있어 비육우의 비타민C 영양상태에 관한 연구가 진행되고 있습니다.

가까운 장래 육질개선을 기대한 응용만이 아니라 영양소의 보급관점에서 재평가가 이루어져 좀 더 높은 육질을 확실히 생산하는 방법으로서 비타민C 보급의 필요성과 기술에 관하여 구체적인 지침이 나올 것이 기대됩니다.



비육우와 비타민C

1. 등심 지방함량과 BMS 지수(No.)와의 관계

외국산 쇠고기와 차별화를 꾀하기 위해 우리나라에서는 쇠고기의 수입자유화 이전부터 국산우의 지방교잡을 향상시키기 위해서 육종이나 사양 기술에 관한 공부, 연구가 산관학(産官學)을 구분하지 않고 이루어졌습니다. 그 결과 흑모화종 등심의 지방함량이 매년 점점 높아졌습니다. 표1은 등심의 지방함량과 지방교잡기준의 관계를 나타내고 있습니다. 1988년에 일본식육격부협회의 취급규격이 현재에 사용되고 있는 것으로 개정되었을 때에는 등심의 지방함량이 30%라면 BMS지수가 12라고 평가되었었지만, 현재에는 5정도밖에 되지 않습니다. 그러기 위해서 화우의 생산자는 현재에도 지방교잡을 높이는데 노력을 기울이고 있습니다. 2004년도에 실시된 치바, 이바라키, 군마현 축산시험장의 비육협정시험우의 평가를 1988

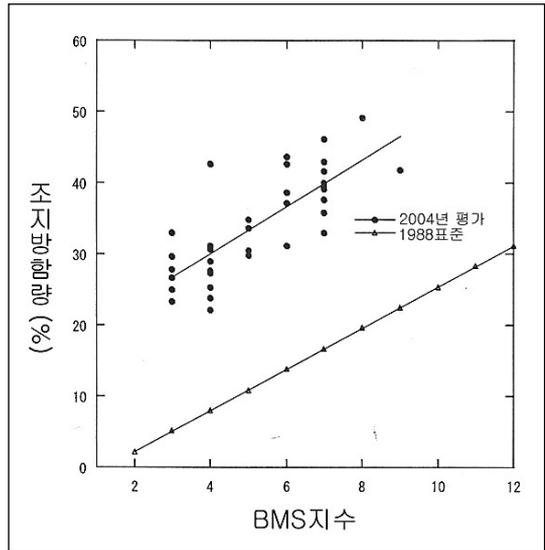


그림1. 등심의 지방함량과 지방교잡기준의 관계

년에 개정된 지방교잡기준과 비교하면 최근의 등심지방함량이 얼마나 높아졌는지 분명해진다. 하지만 그럼에도 불구하고 평가되는 BMS지수는 증가하지 않았습니다.

표1. 오사카시장 지육 A5등급 가격과 A5등급 가격에 대한 비율

년 도	A1	A2	A3	A4	A5	
1991-1995	738(30)	1,224(50)	1,620(60)	1,998(80)	2,572	국내BSE발생
2001		853(39)	1,222(56)	1,631(75)	2,189	
2002		1,183(54)	1,501(69)	1,739(80)	2,184	
2003		1,445(62)	1,713(73)	1,940(83)	2,336	
2004		1,666(71)	1,882(80)	2,040(87)	2,363	
2005		1,757(71)	1,966(79)	2,156(87)	2,486	
2006		1,729(65)	1,959(79)	2,175(87)	2,490	

2. BMS지수와 지육가격의 관계

표1은 오사카시장의 1991년에서 2006년까지의 A5의 지육가격과 그것에 대한 A2나 A3의 가격과 A5가격에 대한 비율이 2002년도 이후 점점 상승하고 있습니다. 이 상승은 등심의 지방함량의 상승과 관계가 있어 그 지방함량의 많음을 말하자면 당연히 A4나 A5으로 평가되어야할 지육이 A2로 밖에 평가되어 있지 않은 것도 원인 중 한가지입니다. 지방함량의 증가는 그림1에 나타난 것처럼 정당한 BMS지수로 평가되어 있지는 않지만 지방함량이 어느 정도 가격에 반영되어 있는 결과가 아닐까요?

3. 몸 구성에서의 지방비율

등심의 지방함량을 증가시킨다는 것은 그 외의 지방함량도 증가한다는 것입니다. 그림2는 지육(적육, 지방, 뼈)와 비지육(두부, 내장, 피부, 사지, 흉강 및 내장지방 등)의 조성을 나타내고 있습니다. 만 눈에 보이는 지방으로는 비지육부분에서는 내장지방이 있고 지육부분에서는 피하지방, 근내지방과 적육(근육)안의 지방이 있습니다. 28개월령 흑모화종 거세우에서는 적육 전체의 지방함량을 측정하면 19% 이상이 되어있습니다. 이것 이외에도 눈에는 보이지 않는 지방이 뼈, 피부나 내장 안에도 존재하고 있기 때문에 몸구성에서 점하고 있는 지방의 비율은 40%이상으로 상당히 높은 수치입니다.

4. 적육(근육)안 지방의 증가

적육은 조지방, 조단백질, 수분과 미네랄로 구성되어 있습니다. 이 존재비율의 관계를 나타내고

있는 것이 그림3입니다. 이것은 미국의 미네소타 대학에서 실시된 오래된 분석결과입니다만 적육안의 조지방 증가에 따라 수분, 단백질과 미네랄이 감소되고 있다는 것을 알 수 있습니다.

여기에서는 지방이 40%정도까지 표시되어 있지만 단백질 질량은 근육의 조성을 유지하는데 필요한 양이 있어 이것을 넘어 감소하면 정상적인 근육조직을 유지하지 못하게 될 가능성이 있습니다. 최근 보고된 근육이 위축하여 지방에 싸여져 있는 시코리의 발생증가와 지방비율의 증가와 관계가

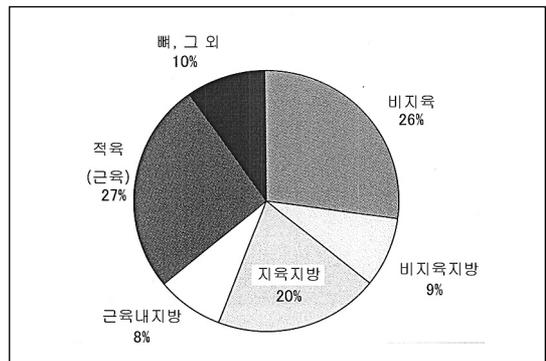


그림2. 비지육과 지육안의 지방비율

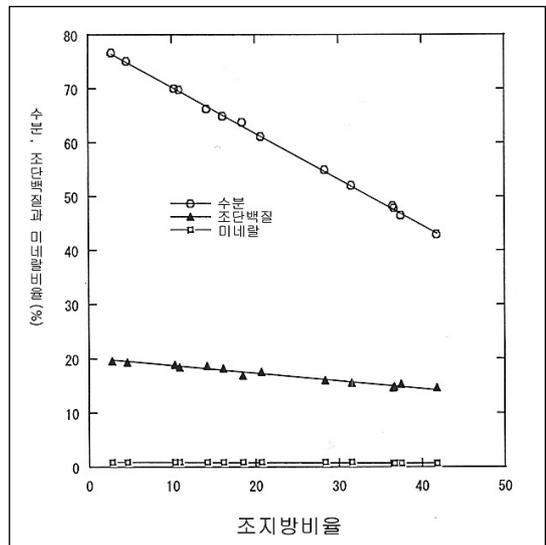


그림3. 적육의 조지방, 조단백질, 수분 미네랄의 비율



있을지도 모릅니다. 지육가격과는 별개로 지방함량이 30%를 넘으면 맛있지 않다는 보고도 있습니다. 과도한 지방비율의 증가는 단백질이나 미네랄 함량의 감소를 초래하여 식품으로서의 소고기의 영양적 가치를 감소시켜 버립니다.

5. 체지방이 너무 증가하면

이같이 체지방의 증가에 의한 마이너스적인 면이 그림 2에 나타나져 있듯이 지방괴사의 발생증가와 혈액안의 비타민C농도의 저하가 문제시 되고 있습니다. 지방괴사는 1970년에서 1990년대 중기까지는 번식압소의 발생율이 거세우보다 보고가 많아 문제시 되었습니다. 하지만 최근에는 거세비육우에서의 보고가 증가되고 있습니다. 지방괴사가 발생하는 장간막지방이나 콩팥주위지방은 그 93에서 94%정도가 지방으로, 수분은 5에서 6% 이하 정도밖에 없습니다. 피하지방이나 근간지방 중 지방조직의 수분함량이 14%정도인 것을 비교하면 적은 수분량입니다.

체내지방에서 지방함량이 높은 수용성 성분의 존재가 가능한 부분이 상당히 한정되어있는 것과 지방괴사의 발생이 높은 것에는 관계가 있을 것이라고 생각됩니다.

비타민C는 소의 간장 등에 필요 이상량이 생산되고 있기 때문에 지금까지는 공급의 필요가 없다고 생각되어져 왔지만 비육우에서 혈액중 비타민C농도의 저하가 보고되어 있습니다. 사람에게 있어 비만의 정도가 높아지면 혈액중의 비타민C농도가 저하되고 있다고 보고되고 있습니다. 또한 사람의 당뇨병환자에게는 산화스트레스 등에 의하

여 혈액중의 비타민C농도가 저하된다고 알려져 있습니다. 비육이 진행됨에 따라서 비육우 혈액안의 인슐린농도가 증가되기 때문에 비육후기에는 인슐린저항성지수가 상승되어 있습니다. 비육우의 체지방율의 증가와 그에 따른 대사의 변동이 혈액중 비타민C농도 저하의 원인중 하나라고 생각되기 때문에 비타민C의 급여법과 육질의 관계해명에 앞서 현재 비육우의 사양법과 혈중비타민C 저하의 관계에 대하여 검토하지 않으면 안 됩니다.

6. 비타민C의 다양한 역할

비타민C의 생리기능에 대해서는 비타민C의 결핍증인 괴혈증을 막는다고 예전부터 알려져 있는 기능이외에도 항산화작용, 콜라겐의 형성, 카루니친 합성, 콜레스테롤, 아미노산 및 호르몬 대사, 생체이물의 대사, 철의 흡수, 니트로소아민의 생성 억제, 면역기능의 증강 등 여러 가지 생리, 약리작용이 있다는 것을 알고 있습니다. 비타민C 결핍증을 발생시킨 모르모트의 혈장인슐린농도는 저하되어 있지만 체장 중에는 다량의 인슐린이 존재하고 있어 비타민C를 첨가한다면 인슐린이 분비되는 것에서 비타민C는 인슐린의 분비에 필요한 물질이라고 생각됩니다.

7. 비육시의 혈중비타민A와 C농도의 변화

흑모화종 거세우 9두를 비타민A 급여량에 따라 3개 그룹으로 나누어 14개월령부터 1일1회 9시에 사료를 급여하여 56주간 비육하였습니다. 비타민

A 급여그룹(3두)은 일본사양표준대로 비타민A를 급여하고, 비타민A 억제그룹에는 시험 종료까지 제한하는 그룹과 시험종료 전에 비타민A를 급여하는 그룹으로 나누었습니다. 전기(1에서 28주)는 농후사료와 조사료의 비율을 75대25로 하고 후기(29에서 56주)의 비율은 91대9로 하였다.

혈액안의 비타민C농도의 변화를 그림4에 표시하였는데 비타민C농도는 비타민A급여와 제한그룹 간의 차는 없었습니다. 비타민C농도는 비육개시시(0.63mg/100ml)와 비교하면 4주후에는 유의(통계학적으로 우연이라고 말할 수 없는 차이)로 저하하여 농후사료의 비율을 높은 후기에서도 비타민

C농도는 더욱 감소하여 종료시에는 비타민A 제한 그룹이 급여그룹보다 적어져 0.27mg/100ml이었습니다.

우리나라의 비육우는 지방교잡이 중시되고 있어 장기간 고에너지 상태에서 사양되고 있습니다. 사람은 0.20mg/100ml 이하에서는 비타민결핍증이라고 생각되고 있기 때문에 비육이 더욱 장기화된다면 비육우에서는 비타민C 결핍증이 발생할 가능성이 있다고 생각합니다.

8. 비육우와 비타민C 급여

타니구치여제 실시된 비타민A 결핍에 의한 근육수종(筋肉水腫)이나 요석증 같은 이형적인 비타민A 결핍증상과 같이 낫크루나 치육종창(齒肉腫脹)등 비타민C 결핍증이라고 생각되는 증상을 발견했다고 보고되고 있습니다. 또한 그림4에 나타난 것처럼 비육우의 혈중 비타민C 농도가 비육과 동시에 저하되고 있습니다. 현재 흑모화종 비육우의 대부분이 비타민A 급여를 일시적으로 제한하여 사육하고 있습니다. 랫드실험에서는 비타민A 결핍증상에서 비타민C가 결핍이 발생하여 이것이 오줌으로의 비타민C 배출량이 증가해서가 아니라 비타민C의 합성량이 저하하기 때문이라고 생각되고 있습니다. 비육우에서 비타민A결핍에 의한 것이라고 생각되는 증상 중 몇 가지는 비타민C 결핍에 의하여 일어나고 있을 가능성이 있습니다.

비타민C는 콜라겐의 합성에 불가결합니다. 콜라겐은 포유동물에 있어서 가장 다량으로 존재하는 단백질 중 한가지이며 총 단백질의 30%를 차지하고 있습니다. 뼈, 연골, 피부, 눈동자, 심장관

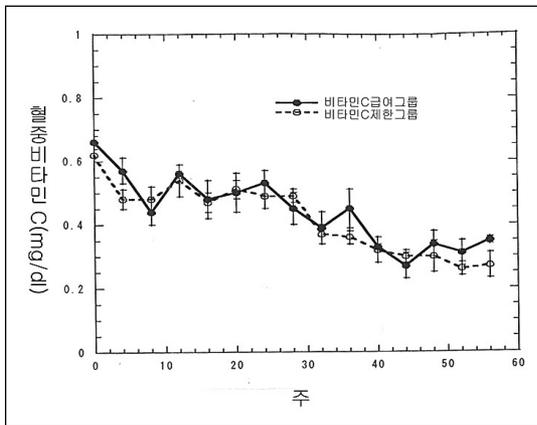


그림4. 혈중 비타민C 농도의 추이

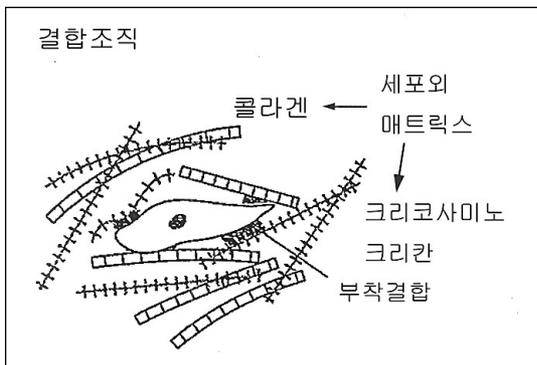


그림5. 결합조직의 세포와 세포외 매트릭스의 관계



등 신체의 여러 가지부분에 존재하고 있습니다. 비타민C 결핍인 괴혈증의 증상 중에는 모세혈관벽의 약화, 연골내골형성부전, 운동능력저하 등 이형적인 것들이라고 알려져 있지만 이들 증상은 종합조직의 형성이 약해져 있기 때문에 일어난다고 생각됩니다.

그림 5는 세포와 세포의 매트릭스(세포간물질)의 관계를 나타내고 있습니다. 결합조직의 세포 매트릭스를 형성하고 있는 것이 크리코세미노크리간과 콜라겐입니다만 크리코세미노크리간의 합성에는 비타민A가 필요하고 콜라겐에는 비타민C가 필요합니다. 비타민A와 C의 양족이 감소한 경우에는 세포의 매트릭스의 정상적인 유지가 곤란하게 됩니다만 어느 쪽이 정상적으로 유지되고 있는 경우에는 결합조직의 손상이 감소된다고 생

각됩니다.

현재 비육우에 비타민C를 급여하는 시험이 다양하게 이루어지고 있어 비타민C 급여는 육질을 향상시킨다는 보고가 있었습니다만 그 보고 안에는 혈액안 비타민C 농도가 상승했다고 보고된 시험도 약간이지만 있습니다.

급여된 비타민C가 제1위 안에서 분해되는 것이 외에 높은 체지방율의 비육우의 비타민C를 급여해도 혈액안의 비타민C의 상승은 별로 기대하지 못할 것인지도 모릅니다. 비육후기의 혈액안의 비타민C의 농도저하를 방지하기 위해서는 비타민C를 급여하는 것 이외에도 조사료의 급여량이 작아지는 것과 혈액안의 비타민C 농도 저하와의 관계를 조사하여 조사료의 급여량이 비타민C 농도에 주는 영향을 밝혀야 한다고 생각됩니다.

