

일본에서 논을 활용한 자급사료 증산 전략

시미즈 노리히로(清水矩宏)

일본 초지학회 부회장, 일본 축산초지연구소 부소장

1. 대가축 생산 현황과 사료 기반

1) 대가축 생산 추이

농업 조생산액 가운데 축산이 차지하는 비율은 쌀 다음으로 높을 만큼(26%) 중요한 위치를 점하고 있다.

일본 내에서도 지역분화가 이루어져 북해도(42%)와 큐슈(34%)는 축산의 비중이 높은 지역으로, 이 지역에서는 중요한 농업으로 자리잡고 있다.

〈낙농경영〉

낙농경영은 규모 확대와 생산성 향상에 의해, 사육농가 수는 급격히 감소하였으나, 호당 사육규모는 크게 확대되었다(북해도 69.7두, 그 외 지역 30.3두이며, 50두 이상 농가 비율 54.9%).

두당 산유량도 향상되어 (1974년 6,400kg → 1992년 7,400kg) 거의 유럽수준에 이르고 있다.

앞으로도 소규모 농가 중심으로 농가수 감소와 생존 농가의 규모 확대가 지속될 것으로 판단되나, 규모 확대에 따른 사양관리 생력화와 자급사료기반 확보 및 효율적 운영, 분뇨처리 문제가 점차 크게 대두 될 것이다.

〈비육·번식 경영〉

사육농가수는 매년 3~5% 감소하며, 호당 평균사육규모는 24두에 지나지 않고, 특히 번식 전문농가는 4.4두로 영세하다.

비육농가 중 육용종만 사육하는 농가가 94%이며 그 가운데 9할이 번식을 겸하고 있다. 대부분이 고령화되어 앞으로 밀소의 생산·공급이 우려되는 사태에 이르고 있다.

Table 1. Changes of animal of production in Japan

	1980	1990	1995	2000
Dairy cattle				
Total(unit : thousand)	2,091	2,058	1,951	1,765
Heads per household	18.1	32.5	44	53
Beef cattle				
Total(unit : thousand)	2,157	2,702	2,965	2,823
Heads per household	5.9	11.6	17.5	24

2) 사료구조

일본축산은 1961년 제정된 「농업기본법」에 의거, 선택적 확대노선으로 사육 두수가 증대되어 왔으나, 사료조달은 해외수입사료에 의존해 왔다.

사료에는 가소화양분이 많은 농후 사료와 섬유질 성분이 많은 조사료가 있는데, 농후사료의 주체가 되는 곡물은 대부분의 수입에 의존하여, 곡물자급률은 겨우 29%로 선진국이나 인구 1억 이상의 나라로서는 지극히 낮은 상태이다.

따라서, 해외에서의 곡물 수급이 대가축 생산을 직접 좌우하는 구조가 되어 있다.

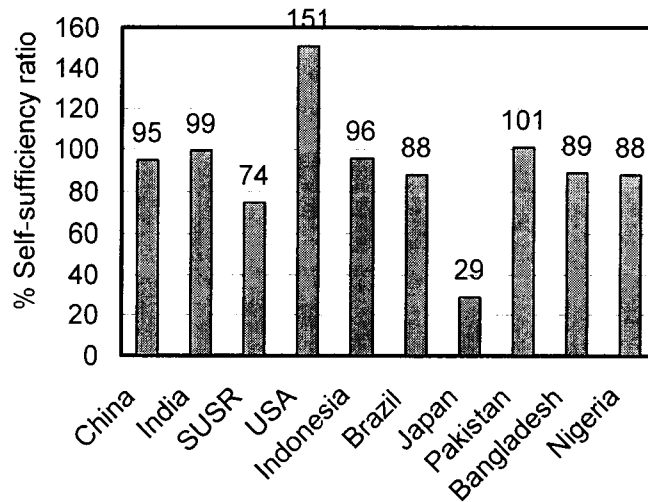


Fig. 1. Self-sufficiency ratio on a grain basis in the countries over 100 million population

2000년도 사료자급률(중소가축 포함)은 순일본산 사료자급률 25.5%, 조사료자급률 78.0%, 농후사료 자급률 10.6%이다.

특히, 최근에는 조사료 수입도 증가하여, 2000년도에 목건초 180만톤, 헤이큐브 48만톤을 수입하였다.

가격면에서 낙농가의 양질 자급조사료 생산비는 56엔(북해도 47엔, 기타 71엔)으로, 수입 헤이큐브 86엔에 비하여 낮다.

환율문제도 있으나 사육두수 증가만큼 사료생산확대가 따르지 못하여 수입에 의존할 수밖에 없게 되었다.

Table 2. Change of feed self-sufficiency ratio in the various cattle farming (unit : %)

	1975	1980	1990	2000
Dairy cattle	44.7	41.8	39.6	33.8
Reproductive cattle	71.4	66.1	63.5	60.3
Beef cattle	14.8	12.7	8.2	3.8

경영형태별 사료구성을 보면 낙농농가의 약 50%, 비육농가의 대부분이 농후사료에 의존하고 있다.

비육농가는 볏짚에 의존하고, 번식농가는 볏짚과 사료작물에 의존하여 전체적으로 사료기반확보가 미진하며 특히 비육경영은 수입 농후사료에 의존하는 가공축산 경영상태로 운영되고 있다.

번식우 생산비의 7할 이상을 노동비와 사료비가 차지하며, 다두화에 따른 사료기반 확보와 방목 기술 고도화 등이 요구되고 있다.

비육경영에서는 육우, 젓소비육 모두 밀소 구입비와 사료비가 8할을 점하여 경영외적 가격변동에 의해 영향을 받기 쉬운 특징을 가지게 되었다.

Table 3. Feeding constitution in the various cattle farmings (unit : %)

	Concentrate	Roughage	Straws
Dairy cattle	50.8	47.9	1.3
Reproductive cattle	36.1	48	15.9
Beef cattle	87.3	4.6	8.2

3) 새로운 문제 발생 - 수입조사료에 의한 외래잡초의 유입

축산농가측에서도 안전한 사료확보가 요구된다. 최근 수입조사료의 안전성문제로, 수단그라스의 질산태질소 함량, 라이그라스 건초에서의 엔도파이트 중독, 수입곡물에 잡초종자 대량 혼입에 의한 외래잡초만연, 유전자조작식물의 도입, 수확 후 농약 사용 문제 등 각종문제가 발생하고 있다. 이에 대비하기 위해서라도 자급사료확보가 요구되고 있다.

최근 전국 축산농가 사료포에서 발생하여 일반 농경지에 피해를 입히는 외래잡초의 만연이 문제가 되고 있다. 최근 10년도 안되는 기간에 어저귀는 북해도에서 큐우슈우까지 전국적으로 급증하여 지금은 가장 흔한 잡초가 되어버렸다. 그 외에도 초지 잡초로만 생각되었던 도깨비가지가 사료포에 다발하고, 온대지방에서나 볼 수 있던 가시비름이 한냉지에서도 발생하는 등 분포영역의 확대와 동시다발적 발생특징이 있다. 이러한 외래잡초의 만연에는 일본축산이 가지고있는 구조적 문제가 잠재되어 있다. 수입자유화에 대응하기 위해 다두화를 택한 축산농가는 값싼 수입곡물에 의존하고 분노를 퇴비화하지 않고 미숙상태로 직접 사료포에 투입하는 일이 많아졌다. 그 결과 사료포에는 수입곡물에 들어있던 외래잡초 종자가 뿌려져 대발생하는 사태가 초래되었다.

수입해 온 국가는 종류와 양 모두 미국이 압도적으로 많으나 남미, 호주, 아프리카, 유럽 등 거의 전 세계에서 수입되고 있다. 즉 전 세계 잡초가 유입되고 있고, 곡물 수입량을 고려하여 추산하면 잡초종자의 양도 상당할 것으로 추정된다. 이를 방지하기 위해서는 분노를 적정히 퇴비화하여 고온발효시키는 것이 유일한 방법이다.

2. 일본형 축산이 나아가야 할 길

일본축산은 사료생산기반이 부족하여 수입에 의존하는 가공형 축산형태로 발전되어 왔다. 그러나 가축분뇨 처리 등 자원 순환차원에서 더 이상 방치할 수 없는 문제점을 안고 있다. 또한 앞서 말한 외래잡초의 유입 및 구제역, 광우병 등 수입사료에 의해 발생하는 문제점도 간과할 수 없다.

1) 금후 일본축산의 문제점

- 안전한 축산물의 공급/다양한 소비자 요구에 대응

- 토지이용형/자원순환형 축산의 전개
 - 초지 기반의 확대·활용에 의한 자급사료 생산이용 촉진
 - 친환경 지속적 생산시스템 구축
 - 환경부하저감/물질순환기능 발휘/지력유지 및 증진/경종농가와 축산농가의 연계
 - 지역산업 진흥/중산간지 활성화
 - 초지의 다면적 기능 발휘/경작포기지, 혼목림, 야초지를 활용한 방목
- 환경문제 대비강화
 - 가축분뇨의 적절한 처리기술 개발

2) 토지이용형/자원순환형 축산의 전개 - 자급사료생산의 의의

환경조화형 농업전개가 요구되는 21세기 일본축산에 있어 환경을 오염시키지 않는 물질순환을 달성하려면, 현재의 사육두수를 반감시키지 않으면 안된다는 의견도 나오고, 물질순환기능의 재구축이 요구되고 있다. 가능한 한 자급사료 생산기반에 입각하여 가축분뇨를 농지에 환원시키는 물질순환형 축산이 되어야 한다.

자급사료 생산에는 다음과 같은 다면적 기능이 있다.

- 축산경영의 안정화
 - 생산비 절감
- 국토의 유효활용·보전기능
- 물질순환기능
 - 사료작물순환기능·사료작물재배에 의한 가축분뇨의 효율적 이용
- 환경보존기능
 - 토양보전, 수자원보전, 대기보전, 생물상 보전, 기상완화
- 환경보존·문화휴식기능
- 가축건강유지

3) 사료자급률 향상을 위하여

자급사료 증산에는, 작부면적확대와 단위면적당 수량증대가 필요하다. 아울러 자급률 향상을 위해서는 이용률이 높아져야 한다.

- 작부면적의 확대 - 자급사료 생산기반의 다양화
 - 미이용지, 경작포기지 활용으로 사료작물 작부면적 확대
 - 100만ha의 잉여 논을 이용한 자급사료 생산

- 혼목림, 중산간지의 다양한 방목추진
- 단위면적당 수량증대
 - 다수성 초종, 품종개발
 - 안정재배법 확립
- 이용효율 향상
 - 수확·조제기술의 고도화
 - 사료생산기반의 단지화
 - 사료생산 조직화·외부화 촉진
 - 조사료 유통
 - 가축 이용률 향상
- 생산비 절감 조건
 - 안정 다수확(재배기술고도화)
 - 생력재배·저장(적절한 기계화체계 확립)
 - 기종별 최적 작부면적 적용
 - 양질화(고품질·고영양가)
 - 생산의 조직화(기계의 공동이용·공동작업)
 - 기반 정비(사료포의 단지화, 블럭화)
 - 이용률 향상(수확·저장손실 최소화)

4) 자급사료증산 추진계획

2000년에 새로이 설정된 「식료·농업·농촌기본계획」에서 사료작물은 식량자급률 향상을 위한 전략작물 중의 하나로 지정되었다. 이에 따라 「자급사료 증산추진계획」이 설립 추진되고 있다.

- 목표수치의 설정
 - 사료자급률 35%(2000년 25.5%)
 - 수확량 508만톤(TDN, 2000년 393만톤)
 - 단위면적당 수량 4,461kg/10a(2000년 4,170kg/10a)
 - 작부면적 110만ha(2000년 94만ha)
- 합리적 생산체계 실현을 위한 생산지표 책정
- 사료증산을 위한 구체적 추진방안 수립

3. 사료작물 재배와 이용

1) 사료작물 재배면적 추이

사료작물 재배면적은 1960년대 70만ha에서, 초지의 개발, 기타 농지에서 사료작물 재배 등으로 급격히 증대하였고, 1970년대에는 윤환답 재배증가도 증가하여 1987년 105만ha에 이르렀다. 그러나 그 후 점차 감소하여, 2000년에는 94.5만ha이며, 이 가운데 목초지가 65만ha이다

지역별로는 북해도(62%), 동북지방(13%), 큐우슈우지방(13%)이 많고, 관동지방(7%), 중·사국지방(4%)에 약간 있으나 그 외에는 미미한 편이다.

Table 4. Change of cropping area of forage crops

(unit : 1,000ha)

	1975	1985	1995	2000
Total	840	1019	980	945
Hokkaido	530	600	622	613
Others	309	418	358	331

경영형태별로는 낙농농가는 호당 재배면적이 착실히 증가하여, 북해도는 43ha, 기타 지역에서는 5ha이다. 이를 두당으로 환산하면 북해도는 45a, 기타는 10a로 크게 변하지 않고 있다.

초종은 사료작물의 83%(82.5만ha, 이 중 북해도 58.2만ha)가 티머시, 오차드그라스, 이탈리아 라이그라스 등 목초류이고, 옥수수 12%(10.1만ha, 이 중 북해도 3.7만ha), 수수류 3%(2.7만ha)이며, 그 외에 맥류, 사료용 무 등이 약간 있다.

단위면적당 수량은 최근 10년간 크게 변하지 않으며, 1998년 목초는 전국평균 38.3톤/ha이나, 북해도가 35.5톤/ha이고 기타가 45.1톤/ha로 많다. 옥수수는 지역적 차이가 없이 평균 51.3톤/ha으로 많은 수량을 내고 있다.

2) 초종 · 품종의 선정

일본은 남북으로 길기 때문에 온도조건이 서로 다르고, 토양, 강수량, 적설량, 태풍 피해정도가 다른 특성이 있다. 지역이나 환경 변화에 대응하여 적합한 초종과 품종을 선택하는 것이 재배 안정성에 중요한 요인이 된다. 사료작물의 종류도 많아,

시판되는 초종은 50종 이상, 품종은 500종 이상에 달한다.

일본 내에서 가장 보편적인 초종은 옥수수, 이탈리아 라이그라스이며, 그 외에 귀리, 호밀 등의 맥류, 로즈그라스 등의 난지형목초가 단년생으로 이용되고 있다. 영년이용 초종으로는 티머시, 오차드그라스, 툴페스큐, 페레니알라이그라스, 리드캐나리그라스, 알팔파 등이 있다.

Table 5. Recent cultivars released by the official breeding sites

Species	No.	Main cultivars
Corn	9	Yumesodachi, Yumechikara, Yumetuyosi
Sorghum	9	Kazetachi, Hazuki, Akidachi
Oats	5	Haeibuki, Tachiibuki
Italian rye	8	Niodachi, Hitachihikari, Siwasuaoba
Orchardgrass	4	Toyomidori, Akimidori II, Harujiman
Timothy	2	Atukesi, Kiritappu
Alfalfa	4	Makiwakaba, Hisawakaba, Tuyuwakaba
Guineagrass	2	(Natsukaze), Natsuyutaka, Natsukomaki

초종별 품종특성 포인트는 다음과 같다.

옥수수 : 자식계통을 만들어 이를 이용한 우수한 F1품종이 육성되어 왔다. 내도복성 및 주요 병충해 저항성이 뛰어난 다수성 품종 「유메소다치」, 「유메치카라」, 「유메츠요시」가 등록되어 있다.

수수류 : 수수류도 크게 5개형태로 나뉘어져, 각각 품종 육성이 이루어지고 있다. 「카제다치(風立)」는 기존 품종 중 가장 만생종으로 재배기간 중 거의 출수하지 않는다. 초장이 작고 내도복성이 극히 우수하다. 내병성, 내건성도 뛰어나며 냉해 등의 기상재해에도 안정된 품종이다. 「하즈키(葉月)」는 소화율이 높은 특징이 있다.

이탈리안 라이그라스 : 한지형 화본과 목초 중 가장 내습성이 뛰어나고, TDN 생산성이 높은 초종이다. 관·민 육종기관에서 많은 품종이 육성되어 왔다. 출수의 조만성과 기온 상승 후의 재생력, 재배기간 등을 고려하여, 극단기 이용형, 단기 이용형, 장기 이용형, 극장기 이용형으로 나뉘어진다.

극단기 이용형 : 이른 봄에 출수하므로 일찍부터 이용할 수 있다. 줄기가 가늘고 짧으며 엽폭이 좁다. 전형적인 2배체로, 난지에서 연내에 수확·이용되는 극조생품종으로 「시와스아오바」가 있다.

단기 이용형 : 초기생육 및 이른 봄 생육이 왕성하여 비교적 빨리 출수한다. 「와세아오바」, 「와세유타카」 등이 이삭이 긴 다수성 품종이다. 「니오우다치」는 엽신이 직립형으로 도복에 강하여 기계적응성이 높으며, 수확손실이 적어 수확성이 높은 점에서 좋은 평을 얻고 있다.

장기 이용형 : 만생종으로 봄에 다수성이며 생육후기에도 재생이 좋아 7월 상순경까지 재배이용이 가능하다. 4배체의 「히타치히카리」는 대규모 기계화에 적합한 내도복성이 극히 뛰어난 품종으로 녹병에도 강하다.

극장기 이용형 : 위에서 언급한 품종과는 달리 매년 파종하지 않고, 여름을 넘겨 2~3년 재배이용할 수 있는 특징이 있다. 내서성, 내건성이 강하고, 재생력도 왕성하여 연간수량이 높은 작물이다. 「아키아오바」라는 4배체 대형 품종이 나와있다.

한지형 목초류 : 오차드그라스는 목초지의 주초종으로 널리 재배되고 있어 극조생부터 극만생에 이르기까지 폭넓은 숙기의 품종이 갖추어져 있다. 극만생의 한지형으로 월동성, 내병성, 수량성이 뛰어난 「토요미도리」, 「아키미도리」 등이 있고, 앞으로 보급이 기대되는 혼슈우(本州)용 「아키미도리Ⅱ」가 있다.

티머시는 북해도, 동북지방을 중심으로 재배되는 양질의 초종이나 중생종으로 레드클로버와 혼파적응성이 높은 「아츠케시」, 「키리탑」이 나와 있다.

페레니알라이그라스는 기호성, 사료가치, 재생력이 높아 주로 방목용으로 재배되고 있다. 현재 중생종인 「야츠가제」, 만생종인 「야츠나미」 등이 시판되고, 모두 수량성, 월동성, 내서성 및 내병성이 개선되었다.

난지형목초류 : 기니아그라스는 혼슈우에서 1년이용 품종으로 「나츠가제」가 육성되기 시작하여 남서군도의 다년이용 품종인 「나츠유타카」가 나와 있다. 또한 답압저항성이 높아 롤베일 기계작업에 적합한 품종인 「나츠코마키」가 새로이 육성되었다.

로즈그라스는 내건성이 뛰어난 난지형 목초로 초기생육성과 저온생장성이 우수한 「아사츠유」가 있다.

알팔파 : 알팔파는 고품질 조사료로 농가의 기대가 높아 북해도에서 큐우슈우에 이르는 전 지역에서 재배되고 있다. 내습성이 강한 「츠유카바」가 육성되었다. 한편 북해도 재배품종으로 적설량이 많은 지역에 적합한 「마키와카바」, 적설량이 적은 지역에 적합한 「히사와카바」가 육성되었으며, 모두 내병성이 뛰어나다.

3) 주요 초종의 재배법

옥수수 : 북해도에서 큐우슈우에 걸쳐 재배되고 있다. 북일본에서는 1모작이 많으나, 서남단지에서는 4~8월에 파종하여 8~12월에 수확하는 장기재배가 가능하고,

최근에는 2기작 품종도 개발되어 큐우슈우 남부지역에 보급되고 있다. 조파를 원칙으로 하며, 파종시기는 벚꽃의 개화기와 일치한다. 완숙퇴비 등 유기질 비료의 사용과, 연작을 피하기 위해 수수류나 난지형목초 등과 윤작하는 것이 바람직하다. 재배는 대형기계체계가 보급되어 있고, ha당 재식밀도는 조생종 8만주, 중생종 7만주, 만생종 6만주이다. 수수류와 혼작할 경우 옥수수 6만주, 수수류 1~2만주로 한다.

수수류 : 파종적온은 옥수수 보다 약간 높아, 수단형 13℃, 수수형 15℃ 이상이 파종적기이다. 일반적으로 서남단지에서는 5~6월에 파종하여 8~11월에 수확한다. 품종과 파종기에 따라 출수반응이 다르므로 주의하여야 한다. 동계작물인 이탈리아 라이그라스나 맥류와 작부체계를 이루는 것이 일반적이나, 장마 후 여름에 파종, 재배하여 옥수수와 혼파하는 체계도 있다. 파종방법은 조파와 산파 모두 무난하나, 종자량이 적고, 수광태세가 좋고, 잡초방제·시비·수확 등 기계관리가 용이하도록 70 cm 정도의 조파한다. ha당 재식밀도는 20~30만주가 적당하다.

Table 6. Characteristics of forage crops

Species	Utilization		Tolerance			
	Cutting	Grazing	Cold	Heat	Wet	Trampling
Timothy	◎	○	◎	△	◎	○
Orchardgrass	◎	◎	○	◎	○	○
Tall fescue	○	◎	○	◎	◎	○
Meadow fescue	△	◎	◎	△	◎	○
Perennial ryegrass	△	◎	○	○	◎	○
Kentucky bluegrass	△	◎	◎	○	○	◎
Reed canarygrass	○	△	○	◎	◎	○
Red clover	◎	○	◎	○	○	△
White clover	△	○	○	○	○	◎
Alfalfa	◎	△	◎	○	△	△
Guineagrass	○	○	△	◎	△	△
Bahiagrass	○	◎	○	◎	○	◎
Rhodesgrass	○	△	△	◎	○	○
Bermudagrass	△	◎	○	◎	○	◎
Napiagrass	◎	△	△	◎	△	○
Giant stargrass	○	◎	△	◎	○	◎

◎ : Very good ○ : Good △ : Poor

이탈리안 라이그라스 : 발아적온이 20℃ 전후, 생육적온은 14~18℃ 정도이다. 추파하여 이듬해 3월에서 7월에 걸쳐 수확하는 관행재배, 연내이용 목적으로 하는 조기파종 재배, 여름을 넘겨 2~3년 이용하는 주년재배 등 다양한 형태로 재배되고 있다. 파종량은 2배체 품종은 20~30, 4배체 품종은 30~40(kg/ha)이다. 답리작에서는 불경운재배와 입모중 파종도 가능한데, 이 경우 파종량을 20~30% 증량한다. 시비는 질소와 칼리에 대한 감수성이 높아 반 정도는 퇴구비를 이용한다. 수확시의 도복방지가 재배 포인트로, 내도복성 품종을 재배하는 방법과 호밀과 혼파하는 방법이 있다. 이 경우 호밀과 이탈리안라이그라스의 비율을 2:1로 하면 도복을 방지할 수 있다.

맥류 : 보리 재배에는 3가지 형태가 있다. 추파는 온난지와 난지에 보급된 방법으로 조기파종한 옥수수 8월에 수확 후 파종하여 연내에 수확한다. 너무 일찍 파종하면 녹병에 걸리거나 초장이 짧아 수량이 감소한다. 추파에 적합한 작물로는 가을에 날씨가 선선해지면 당분이 축적되어 기호성이 높아지는 귀리와 호숙기에 이르는 보리를 들 수 있다. 특히 윤환답에 재배할 경우에는 습해에 강한 귀리가 바람직하다. 춘파는 이른 봄 기후조건이 비교적 안정된 시기이므로 비교적 재배안정성이 높다. 보리 및 귀리를 이른 봄 3~4월에 파종하는 경우에는 추파성이 낮은 품종이 이용된다. 표준재배는 파성의 범위가 넓은 품종들을 이용할 수 있어, 어느 보리라도 이용할 수 있다.

난지형목초 : 종자가 작고 가벼우므로, 파종, 복토, 진압을 정성스레 해야한다. 조파와 산파에 따른 수량 차이가 없으나, 파종량은 ha 당 3~5kg이지만 종자가 작아 비료나 모래에 섞어뿌려야 균일하게 파종할 수 있다. 복토는 1cm를 넘으면 안된다. 기니아그라스는 평균기온이 18℃ 이상이면 파종할 수 있다. 일본에서 육성된 첫 품종인 「나츠카제」는 초기 생육이 아주 좋고, 신장기에는 하루에 4cm 이상 자란다. 따라서 예취적기인 120~140cm까지 자라는데 4주밖에 안걸려 관동이서(동경 서쪽) 지방에서는 보통 3~4회 예취할 수 있다. 사료가치가 높은 엽부가 중요하므로 건조조제시 교반시키지 않아야 손실을 막을 수 있다.

로즈그라스는 시비반응이 민감하여 시비량을 증가시킬수록 수량성이 높아 잦은 예취에도 잘 견딘다. 파종적기는 5월 중순~6월 상순이다.

알팔파 : 파종전에 근류균을 접종해야 하는데, 요즘에는 근류균이 접종된 종자가 시판되고 있다. 알팔파의 재배요점은 우선 포장선정과 토양만들기이다. 배수가 잘되는 포장을 선정하여 석회를 시용하여 토양산도를 중성화시켜야 한다. 또 인산을 많이 시용하는 것이 바람직하며 붕소도 시용해야 한다. 초기의 정착개체 확보와 잡초방제가 중요하다. 파종기간은 9월 상순~10월 상순이다. 알팔파는 장기이용할 수 있으며, 이용기간은 4월 하순부터 12월 상순까지로 길다. 예취회수는 5~6회가 적당하

며, 예취시기는 개화시이지만, 1번초는 도복방지를 위해 초장이 70~80cm 일 때 예취한다. 8월까지의 35~40일 간격으로 예취하며, 너무 일찍 예취하지 않는 것이 좋다.

4) 작부체계

각지에서 다양한 작물을 이용한 「장려품종선발시험」을 통해 품종선발과 재배시험이 이루어지고, 그 결과에 따라 지역별 작부체계가 확립되어 있다.

주요 재배형태는 다음과 같다.

- 하작물 단년이용의 대형사료작물(옥수수, 수수류)
- 하작물 단년이용의 목초류(난지형 목초)
- 동작물 단년이용의 목초류(이탈리안 라이그라스, 맥류)
- 영년이용 목초류(오차드그라스, 알팔파 등)

이를 조합하여 주년 작부체계가 설정된다.

그 가운데에서도 옥수수 + 이탈리안 라이그라스 체계는 1970년대에 많이 이용되어 주년 사일리지 급여체계의 기본이 되었다. 연간 작부체계를 설정할 경우 기본적으로 고려하여야 할 것이 경영형태와 이용목적, 다수성, 품질, 노동력의 분배(특히 파종기, 수확기), 토지 이용률, 시설 및 기계의 이용성, 생산코스트, 분뇨 이용, 체계의 안정성 등이다.

지역별 생산량은 연평균기온이 12℃ 이하인 한랭지 및 적설지대에서는 24톤/ha, 12~13℃의 온난지대는 27톤/ha, 14℃이상의 난지에서는 31톤/ha 정도이다.

Table 7. % TDN and productivity of forage crops in the various climatic regions

Forage crops	TDN %	Climatic regions (unit : FW t/10a)			
		Arctic	Cold	Temperate	Warm
Temperate grasses	56-65	4~5	5~6	5~6	—
Tropical grasses	55	—	—	5	5~7
Corn	66	4~5	5	5~6	6~7
Sorghum	55-62	—	5	6~7	6~7
Italian ryegrass	58	—	5	5~6	6
Barley, Oat, Rye	60	3~4	3~4	4	4

〈지역별 작부체계〉

한지 : 북해도를 중심으로 한 한지의 특징은 작물의 생육기간이 짧아, 하작물만 재배하거나, 영년생목초를 재배하는 경우가 많다.

영년생목초는 티머시, 오차드그라스, 화이트클로버, 레드클로버, 알팔파가 있고, 일부에서 페레니얼 라이그라스, 메도우페스큐, 스프즈브롬그라스 등도 도입되어 있다. 하작물 단작은 낙농지대를 중심으로 옥수수 재배가 많고, 품종은 생육기간이 짧은 극조생이나 조생이다.

Table 8. Forage crops in the various climatic regions

Climatic regions		Summer cropping	Winter cropping
Arctic	Hokkaido	Corn, Oats	Orchardgrass, Timothy
Cold	Tohoku, Hokuriku	Corn, Sorghum	Rye, Italian rye
Temperate	Kanto~Chugoku	Corn, Sorghum, Tropical grasses	Italian rye, Barley, Rye, Oat
Warm	Shikoku · Kyushu	Corn, Sorghum, Tropical grasses	Italian rye, Oat
Subtropical	South-west islands	Tropical grasses	Tropical grasses (perennial)

한냉지 : 동북지방의 대부분이 이에 속하며, 산간지에서는 오차드그라스, 페레니얼 라이그라스, 화이트클로버 등 영년생 목초도 이용되나, 많은 지역에서 옥수수 단작 혹은 옥수수 + 호밀의 작부체계가 보편화 되어 있다. 이 지역에서 하작물이 연간수량에 영향을 크게 미치므로 옥수수는 조생이나 중생을 일찍 파종하여 충분한 생육기간을 확보한다. 또한 겨울에도 온도가 많이 내려가므로 동작물 재배시에는 옥수수 수확 후 호밀의 파종적기를 놓치지 않는 것이 중요하다.

온난지 : 관동지방에서 중국지방에 이르는 넓은 지역으로 이모작 가능지대이며, 하작물은 옥수수와 수수류이며, 동작물은 이탈리아 라이그라스, 보리, 호밀, 귀리 등이다. 품종은 모두 조생종에서 만생종까지 재배가 가능하며, 초종과 품종의 조합이 다양하다. 동일본은 옥수수 + 이탈리아 라이그라스 조합이 가장 많고, 서일본은 옥수수 혹은 수수류에 이탈리아 라이그라스 혹은 맥류를 조합시킨 체계가 많다. 조합을 잘하면 ha 당 30톤의 건물 수량을 올릴 수 있는 초다수 작부체계도 있다. 또한 로즈그라스, 기니아그라스 등 난지형 목초의 단기이용도 효율적이다. 한지형목초는 표고가 높은 지역 아니면 하고의 우려가 있다.

난지 : 큐우슈우, 시코크의 남부지역이 이에 해당된다. 난지형 목초의 재배적지이나 표고가 높은 곳은 툴페스큐와 같은 한지형목초도 재배된다. 하작물로는 수수류, 옥수수, 난지형목초, 동작물로는 이탈리아인 라이그라스, 귀리 작부체계가 일반적이다. 이 지역은 태풍피해가 잦은 지역으로 내도복성 수수류 재배가 비교적 많고, 수수류는 2회 예취할 수 있다. 일부에서는 옥수수의 2기작도 이루어지고 있다. 또, 귀리를 8월 하순부터 9월 상순까지 파종하여 12월에 수확하거나, 조기수확한 논을 이용하여 수수류, 귀리, 이탈리아인 라이그라스의 연내 이용도 시행되고 있다.

아열대지역 : 남서제도는 태풍 상습피해 지역으로 태풍에 강한 작물의 재배가 최우선시되고 있다. 주요 초종으로는 네피아그라스, 로즈그라스, 기니아그라스 등 난지형 목초가 주를 이루며, 영년이용되고 있다. 방목이나 주년채초가 일본내에서 가장 유리한 지역으로 롤베일체계에 의한 건초나 헤일리지 생산기술이 적용되고 있다.

5) 수확 · 조제

사료작물의 이용형태는 사일리지, 건초 및 청예로 나뉘어지나, 대부분은 수분 함량이 많은 상태로 유산발효시켜 저장하는 사일리지로 이용되고 있다. 사일리지는 곡실비율이 높은 옥수수나 수수류 그리고 곡실이 등숙된 맥류를 재료로하는 홀크롭 사일리지와 곡실이 없거나 적은 이탈리아인 라이그라스나 맥류, 오차드그라스 등을 재료로하는 그라스사일리지로 구분된다. 그라스사일리지는 롤베일 래핑 방식에 의한 조제가 정착되어 있다. 또한 건조시켜 수분을 15% 이하로 하여 곰팡이의 발생을 억제하여 저장하는 건초와 수분 함량이 20~30%의 반건초 원료를 암모니아 처리하여 저장하는 방법이 있다.

롤베일 래핑사일리지는 예취한 목초를 원통형으로 말아, 이를 비닐로 감아 저장한다.

이 사일리지를 잘만들어 저장하는 포인트는 다음과 같다.

- 원료초를 적기에 예취하여 수분 함량을 40~60%로 예건
- 롤은 단단하게 말아 조기에 밀봉
- 완전한 밀봉을 위해 작은 구멍이라도 나지 않도록 함
- 저장을 위한 적재는 2단이 적당
- 조수피해의 방지를 위해 방조망 설치

과거에는 목초류만 롤베일 작업이 가능했으나 최근에는 옥수수도 롤베일 작업이 가능하게 되었다. 옥수수와 같이 사일리지용 장대형 사료작물의 수확은 하베스터가 도입되어, 포장에서 절단, 운반, 사일로 충전의 일괄작업이 정착되고 있다. 한편 목

초의 예취는 헤이컨디셔너에서 모어컨디셔너라 하는 일체형이 보급되어, 예취와 컨디셔닝을 동시에 수행하여, 작업능률이 현저히 향상되었고, 건조·집초에는 레키겸용의 로타리형이 이용되고 있다.

4. 논을 이용한 자급사료 생산

일본에서 쌀이 과잉 생산되어, 논을 밭으로 전환하는 일은 오래 전부터 이루어졌다. 2001년 전체 60만ha의 轉作面積 가운데 약 20%에 이르는 12만ha에서 사료작물이 재배되고 있다.

그러나 최근에는 논이 가지고 있는 환경보전 기능이 재평가되어 논은 논으로서의 기능을 유지시켜야 한다는 인식이 팽배해지고 있다. 즉, 논은 물을 담아 둠으로 토양장해(Soil sick) 등 전작지에서 일어날 수 있는 문제점이 해소되고, 특히 관개수에 의한 양분공급과 논에 서식하는 미생물의 질소고정에 의해 비옥도가 향상되는 기능을 가지고 있다. 또한 논은 우기에는 물을 가두어 벼를 재배하고, 그 후에는 밭으로 전환하여 밭작물을 재배할 수 있다. 이 다모작체계는 토양 비옥도를 향상시키는 건토효과가 있고, 논과 밭 형태로 번갈아 이용하므로 잡초의 발생을 억제하고, 양분의 과도한 수탈을 억제하여 매우 높은 생산성을 유지한다. 이러한 직접 지속적 생산에 관계하는 기능 외에도 논은 논두렁에 의한 홍수방지, 토양붕괴방지, 토양침식방지, 탈질에 의한 수질정화, 기후 완화, 수생생물의 보전 등 많은 환경보전 기능도 가지고 있다. 논은 전환답으로 재이용되는 것이 아니고, 논 그 자체로 유지되기를 바라고 있다.

이전부터 전환답에 대한 검토는 여러 형태로 이루어져 왔다. 전환답은 습해가 발생하기 쉬우므로, 내습성작물의 재배가 요구되어 왔다. 내습성은 근중에 형성되는 세포간극과 지상부 경엽과의 통기적 역할을 하는 통기조직의 발달여부가 중요하다. 옥수수, 수수류, 수단그라스는 이 통기조직이 불량하다. 전환답에서 실제 재배되고 있는 것은 이탈리아라이그라스 중심의 목초류가 82,700ha, 옥수수 16,900ha, 수수류 13,800ha, 귀리 3,680ha이나, 내습성을 고려한다면 의문점이 남는다.

이상과 같이 논을 기능을 유지하면서, 안정적인 바이오매스를 지속적으로 생산하려는 새로운 사회적 요구를 충족시키기 위하여는 일본의 자연조건에 적합하고, 고도의 재배기술이 확립되어 있으며, 새로운 투자를 요구하지 않는 사료용 벼는 그야말로 최적이라 할 수 있다.

Table 9. Wet endurance of forage crops cultivated in converted paddy field

Wet endurance	Forage crops
Poor	Corn, Rye, Barley
Moderate	Sorghum, Guinea grass, Rhodes grass, Italian rye, Oat, Temperate grasses
Good	Reed canary grass, Coloured guinea grass, Japanese millet
Very good	Rice

1) 사료용 벼의 생산

일본 농산촌의 그라운드디자인을 설계하는 데 있어, 사료용 벼를 매개체로 하는 논과 축산의 연계가 기대된다. 일본에서 축산은 자급사료기반 확대가 절실하고, 한편 논은 100만ha의 전작논과 유휴농지의 유효이용이 요구되고 있다. 지역의 사료자급률과 식용벼 재배 체계를 파악하고, 나아가 가축분뇨 이용도 고려한 그라운드디자인 확립이 필요하다.

그 매개체로서 사료용 벼 생산이 기대된다. 사료용 벼에 대해서는 농림중앙급고종합연구소에서 「사료용 쌀 생산과 일본농업의 재편」이란 보고서를 발표하여 화제가 되었다. 그 골자는 자급률 향상이란 관점에서 논이란 농지를 유지하면서, 사료용 벼 재배가 현실적으로 이루어진다는 것이다. 그리고 그 기술 발전을 통해 2단계의 전개를 제안하고 있다. 제 1단계는 조건이 불리한 지역의 계단식 논을 중심으로 직접소득보상조치 지원 아래 환경보전형 사료용 벼를 재배하고, 비축할 필요가 없으면 사료로 이용하여, 식량 안보와 환경보전을 동시에 추구한다. 제 2단계는 초다수미가 개발되면 평지에서도 사료쌀을 생산하여, 농지를 집약적이고 효율적으로 이용한다.

금후 사료용 벼의 홀크롭사일리지 생산확대를 꾀하기 위해 경험과 장비를 갖춘 경종농가 집단이 블릭 로테이션을 도입하여 집단재배를 하고, 수확과 조제는 축산농가집단이 담당하는 역할분담을 하고, TMR센터를 통한 공급 등, 품질 안정화, 저코스트를 이룰 수 있는 시스템이 중요하다고 판단된다.

2) 품종 선정

사료용 벼 전용품종이 육성되고 있다. 품종을 선정할 때 고려하여야 할 중요 특성은 다음과 같다.

- 다수성(12~15톤/ha 목표)
- 내도복성(품질의 확보)
- 내병충성(농약저감의 필요성)
- 내비성(다비조건에서도 도복하지 않을 것)
- 난탈립성(TDN 함량이 높은 곡실 확보)

초다수 품종의 육성은 농림수산성 프로젝트에서도 재삼 시도되고 있다. 그 결과 「타카나리」(인디카), 「아키치가카」(복합용도), 「호시유타카」(홀크롭용), 「하바타키」(인디카), 「오오치카라」(極大粒), 「후쿠히비키」(주조용), 「夢十色」(고아밀로즈) 등이 육성되어 왔으나, 아직 실용화되기에는 부족한 점이 있다. 그러나 야마가타대학에서 하이브리드벼로 ha 당 정조수량이 14톤에 이르는 계통을 확보하고 있고, 사이타마현농업시험장에서는 홀크롭용으로 경엽수량이 높은 품종인 「쿠사나미」, 「하마사리」를 개발하였다. 농림수산성 프로젝트에서는 옥수수에 준하는 건물수량 ha 당 20톤, TDN 수량 13톤 이상을 목표로 품종을 개발하고 있다.

나아가 환경보전형이면서 저코스트를 이루기 위해 무농약재배가 요구되어 내병성, 내충성도 필수조건이 되고 있다.

Table 10. Characteristics of the main cultivars for rice whole crop silage

Cultivar	Area	Yield kg/10a	Height cm	Merit
Kusahonami	Western area from Kantou	2,010	93	Long culm/high yield/lodging resistance/disease resistance
Hosiaoba	Southern area of Tohoku to western area from Kantou	1,720	90	Long culm/for direct sowing/disease resistance/large grain
Kusanohosi	Western area from Kantou	1,970	93	Long culm/high yield/for direct sowing/disease resistance
Hamasari	Western area from Kantou	1,790	97	High foliage yield/lodging resistance/disease resistance
Hoshiyutaka	Western area from Kantou			High foliage yield/for direct sowing
Hokuriku168	Southern area of Tohoku to western area from Kantou, Hokuriku	1,421	87	High grain yield/lodging resistance

사료전용품종 「하마사리」는 일반 식용품종에 비해 경엽을 포함한 전체수량이 높고, 무망종이므로 기호성이 높고, 내도복성이 뛰어난 특징을 가지고 있다. 메뉴마지역의 농가에서 재배되고 있는 「하마사리」 수량은 약 10~11톤/ha이다(1998년은 초기육성이 지연되었고, 출수기 이후 태풍피해에 의해 감수)

3) 재배체계

기본적으로는 식용벼와 같으나, 수확기가 황숙기로 앞당겨지므로 재배기간의 조절이 용이하여 식용벼나 다른 작물과의 작업경쟁을 피할 수 있도록 조절할 필요가 있다.

한지·한냉지에서는 벼 발효사료용 또는 사료용 벼 단작 체계가 이루어진다.

온난지·난지에서 이모작이 가능한 경우에는 벼(식용 혹은 사료용) + 밀(식용), 벼(식용 혹은 사료용) + 보리(사료용) 체계이며, 난지나 조기수확지대에서는 재생하는 벼를 그대로 이용하기도 한다.

4) 재배법

가) 직파재배

벼의 관행재배에서 이식재배가 정착화되면 저코스트, 생력 직파재배 등으로 이행한다. 현재 시행되고 있는 담수직파, 潤上직파, 건담직파 등의 기술이 그대로 적용된다. 생력·저코스트 재배기술의 하나로, 보리 사이에 직파하는 재배도 시도되고 있다. 파종은 보리가 재배되고 있는 2월경에 파종기를 이용하여 파종한다.

나) 다비재배

수량을 높이기 위해 다비재배할 필요가 있다. 또 사료용 벼의 경우는 종래 논으로 환원되던 벧짚이 수확물로 반출되어 논은 유기물이 부족해진다. 따라서 적극적으로 가축퇴구비를 시용하여 물질순환을 유도한다. 슬러리를 이용한 사료용 벼 재배기술로, 야마가타대학 농학부에서 검토한 결과는 표준 질소시용량의 2~3배의 슬러리를 시용해도 도복되지 않고 17~18톤/ha의 수량을 얻었다는 보고가 있다. 그러나 고질소 조건에서 규산 함량은 저감시킬 수 있으나, 내도복성에 문제가 있을 수 있으므로 이의 극복도 필요하다.

다) 방제대책

적절한 잡초방제, 병충해 대책도 필요하다. 잡초방제는 제초제의 사용을 피할 수 없으나, 등록된 농약을 사용하여야 한다.

라) 물관리

수확시에는 기계 작업을 위해 논바닥을 굳게 하여야 한다. 배수구를 파거나 논을 말리는 등 철저를 기해야 한다.

5) 수확 · 조제

수확적기는 출수 후 25~30일이 지난 황숙기로 수분 함량은 65% 정도로 사일리지 조제가 용이하다.

수확 기술은 직접수확이 가능한 기계화 체계가 필요하다. 홀크롭사일리지용 혹은 유통을 고려하는 경우에는 롤베일 래핑체계가 가장 적합하나, 논외 논바닥을 굳게 하여 기계화가 가능하여야 한다. 약간 연약한 바닥에서도 사용할 수 있도록 미에현 농업기술센터에서 개발한 「벼홀크롭용 커팅롤베일러」와 고무궤도용 운반기에 적재하는 「자주식래핑기」가 있다.

6) 급 여

TDN 함량은 55% 정도, 조단백질 함량은 6.7% 정도. 제 1위내 조단백 분해율을 80% 정도, 기호성도 우수하다. 사일리지의 보전은 반년이상 가능하고, 급여는 TMR 형태가 바람직하다.

젓소 : 일일 건물 급여수준은 6~10kg 정도이며, 사료급여설계를 잘하면 고능력우에 급여도 가능하다. 티머시 건초와 대등한 조사료로 급여할 수 있다.

번식우 : 일일 건물 급여수준은 5~6kg까지 가능하다. 그러나 포식시키면 과잉채식하므로 주의할 필요가 있다.

비육우 : 흑모화우는 비육전·중기에 건물 2.5~3kg, 비육후기에 건물 1~1.5kg이며, 젓소비육우는 비육전·중기에 건물 3kg, 비육후기에 1.5kg 정도 급여 가능하다. 비타민A 제어형 비육우에도 적용할 수 있다. 증체와 육질에는 차이가 없다.

5. 경작포기지 · 중산간지에서의 축산

1) 중산간지의 역할과 축산

일본은 산이 많은 나라로, 농업생산에 점하는 중산간지의 비율은 면적, 인구, 생산액 모두 약 4할에 이른다. 국토보전의 관점에서 큰 비중을 차지한다. 그 가운데 축산은 45%가 중산간지에서 이루어지고 있다.

중산간지는 최근 인구가 감소하고 노령화되어, 일손 부족으로 경작포기가 계속되고 있다. 농지 등 지역자원의 황폐화에 따라 병충해 · 조수해의 증대, 토지 · 수자원 보전에도 중대한 영향을 끼치고 있고, 환경파괴까지 초래할 수 있다. 금후 15년간 33~79만ha의 경작포기지 발생이 예상되고, 이 가운데 중산간지가 반을 점할 것으로 추정된다.

이러한 미이용지, 경작포기지의 명확한 이용방향이 요구되는 가운데 초지축산 진흥에 기대가 모아지고 있다. 초지를 활용한 축산경영은 농지보전과 환경보전, 취업기회의 확보 등 많은 이점이 있으며, 낮은 땅값과 토지임대료를 이용하여 자급사료 기반에 입각한 축산 진흥을 지원할 필요가 있다.

2) 초지가 가지는 공익적 기능

초지 · 사료작물은 다음과 같은 공익적 기능을 가지고 있다.

- 경사지, 한냉지 등 경중농업에 적합하지 않은 토지와 지역에서 재배 가능
- 토양유실방지 등 삼림에 필적하는 국토와 자연환경 보전
- 녹색 경관을 형성하여 문화와 휴식공간 제공

이상과 같은 공익기능으로 국토 · 환경의 보전, 농촌지역의 활성화에 중요한 역할을 담당하고 있다.

3) 방목기술

초지를 이용하여 가축을 사양하는 방목은 저코스트, 생력성, 자원 순환의 면에서 이점을 가지고 있어, 국토자원을 활용하는 가축생산방식이라 할 수 있다. 즉 방목은 분뇨처리 작업과 시설 없이도 물질 순환시킬 수 있는 이점이 있어, 경사지나 경작포기지 등 다른 작물을 재배할 수 없는 토지기반을 생력적으로 환경을 유지하며 유효하게 이용할 수 있다.

계절방목과 주년방목 : 여름에는 산에 방목하고, 겨울에는 사사하는 夏山冬里방목이라 불리는 계절방목이 일반적이다. 그러나 서남난지에서는 이른 가을에 방목가축을 비축한 목초지 혹은 답리작 이탈리아인 라이그라스 재배지로 이동시켜 동계방목을 실시하여 방목기간을 연장하거나 주년방목하는 사례도 있다.

슈퍼방목 : 초지시험장에서는 초집약적 방목기술 「슈퍼방목」을 개발하였다. 슈퍼방목의 기본 개념은 초지의 잠재적 생산력을 최대한 이용하여, 그 풀을 가축에게 효율적으로 채식시키는 것이다. 이를 위해서는 조방적인 방목에서 집약적인 방목으로, 건물생산량만이 아닌 영양섭취량 등 다양한 개선을 꾀하는 것이다.

구체적인 개선점은 다음과 같다.

- 단기윤환에 의한 이용율의 향상과 식생유지
- 집약적 방목에 적합한 초종(페레니얼 라이그라스, 화이트클로버)과 품종의 도입
- 적절한 시비와 두과목초 이용에 의한 증수
- 단초이용에 의한 사료가치 향상과 이용율 개선
- 봄철 잉여초의 예취, 조제 급여에 의한 초지 생산량과 가축요구량과의 합치
- 방목순치와 위생관리의 철저
- 주변기기(출입문 자동개폐)에 의한 관리 작업의 생력화

이상의 방안이 상호 효과를 발휘하여 전체적으로 균형을 이루는 방목방식이다. 이 기술에 의해 농후사료 급여 없이 방목초지에서 생산되는 풀만으로 젖소 및 거세육우에서 높은 증체율과 단위면적당 가축생산성의 비약적 향상을 이루었다. (거세젖소비육우 일당증체량 0.9kg, ha당 증체량 1,000kg, 거세흑모화우 일당증체량 0.7kg, ha당 증체량 800kg)

그 후, 이 기술을 바탕으로 거세흑모화우 육성과 비육전기를 겸해 「1.5시즌 방목기술」, 나아가 중산간지에서 이미 조성된 부실초지나 포기지를 재정비·다목적 유효 이용을 꾀하는 「소규모이동방목기술」 등 새로운 기술을 계속 개발해 오고 있다. 이를 이용한 21세기를 향한 일본형방목 추진이 시도되고 있다.

4) 소규모 이동방목

경작 포기지 및 잡목림지 등을 활용한 방목은 지역자원의 유효활용, 사양관리의 생력화, 생산비 절감을 달성하는 일석삼조이다.

미이용지의 방목이용 개념은 소규모로 분산되어 있는 경작포기지와 잡목림지를 적은 비용으로 초지화하여, 각 블록에 적은 마리수의 소를 방목한다. 방목에 있어서는 각 블록의 목초상태를 보아가며 목구를 이동하는 방법이다.

- 소유하고 있는 농기구나 제경법으로 조성

- 자연 숲을 이용한 휴게소의 확보
- 음수시설, 사료 급여시설은 기존 제품을 이용하여 경비 절감
- 전기 목책 활용

이러한 미이용지를 이용한 방목은 특히 소규모 육우 번식농가에서 적은 노력과 투자로 사육두수를 증가시키는데 효과적이다. 또 방목위주인 낙농경영사례에서도 그 생산성이 높음이 증명되고 있다.

맺 음 말

일본 축산이 처한 상황과 그 타개책으로 자급사료 생산을 주축으로 하고 이를 어떻게 확대해 나아갈 것인가를 모색하고 있는 현실을 소개하였다. 특히 논외 활용은 조사료 생산기반을 외부로 확대하여 나아가는데 유효하고, 논외 기능을 유지하는 관점에서도 기대되고 있다. 또한 중산간지에서 방목 위주의 초지축산 전개는 지역 활성화와 국토보전 차원에서도 주목받고 있다. 궁극적으로 가공형 축산에서 탈피하여 자원순환형 축산으로 어떻게 바뀌어가느냐가 기술개발 포인트이다.

「日本における水田を活用した自給飼料増産戦略」

日本草地学会

清水 矩 宏

(独立行政法人農業技術研究機構 畜産草地研究所)

1. 大家畜生産の現状と飼料基盤

・ 1) 大家畜生産の推移

農業粗生産額に占める畜産の割合は米に次いで高く（26%）、重要な地位を占めている。また、地域的な分化が進み、北海道(42%)、九州(34%)では畜産のウェイトが高く地域の重要な農業になっている。

<酪農経営>

酪農経営は規模拡大と生産性向上により、飼養戸数は激しく減少したが、1戸当たり飼養規模は大きく拡大した（北海道 69.7 頭、都府県 30.3 頭/50 頭以上の農家比率は 54.9%）。1頭あたりの搾乳量も向上し(1974 年 6,400kg→1992 年 7,400kg)ほぼ欧州の水準にある。今後とも少頭数農家を中心とした戸数減少と生き残り農家の規模拡大路線が続くと思われるが、規模拡大に伴う飼養管理の省力化と自給飼料基盤の確保・合理化や糞尿処理問題がより顕在化してくるであろう。

<肉用牛経営>

戸数は毎年 3~5%減少し、1戸当たり平均飼養規模は 24 頭程度にしか達せず、特に繁殖専門経営は 4.4 頭と零細である。総戸数のうち肉専用種経営は 94%、その 9 割が繁殖経営で占められている。ほとんどが高齢化した労働力によって担われ、将来の素畜生産・供給にとって憂慮すべき事態になっている。

Table 1. Changes of animal production in Japan

	1980	1990	1995	2000
Dairy cattle				
Total(unit: thousand)	2,091	2,058	1,951	1,765
Heads per household	18.1	32.5	44	53
Beef cattle				
Total(unit: thousand)	2,157	2,702	2,965	2,823
Heads per household	5.9	11.6	17.5	24

2) 飼料構造

日本の畜産は、1961年に制定された「農業基本法」のもと、選択的拡大路線によって飼養頭数が増大してきたが、その生産方式は海外からの輸入飼料に依存したものであった。家畜の飼料には、可消化栄養分の多い穀実などの濃厚飼料と繊維質成分の高い粗飼料があるが、濃厚飼料の原体である穀物は大半が輸入に依存しており、穀物自給率は僅か29%と先進国や人口1億人以上の国々の中でも極めて低い状態になっている。海外の穀物需給が大家畜生産を直接左右する構造となっている。

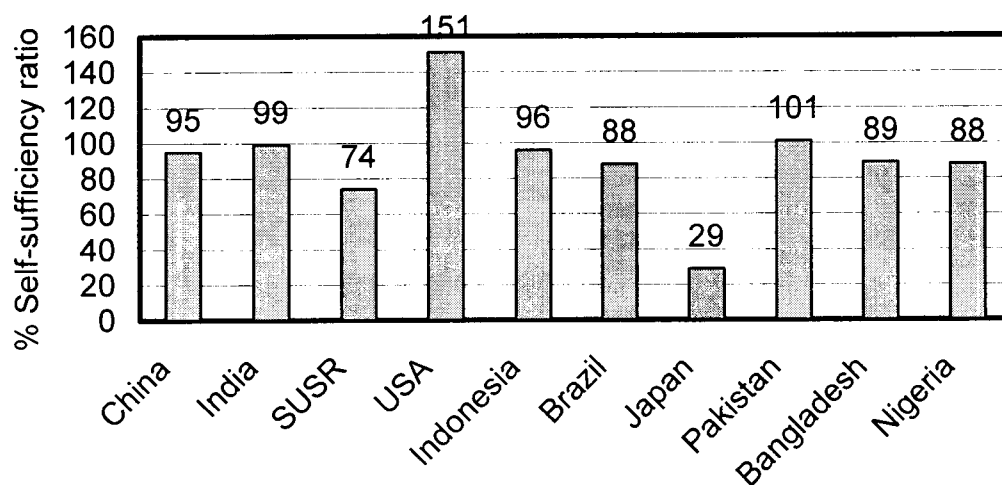


Fig. 1 Self-sufficiency ratio on a grain basis in the countries over 100 million population

2000年度の飼料自給率（中小家畜を含む）は、純国内産飼料自給率が25.5%、粗飼料自給率が78.0%、濃厚飼料自給率が10.6%となっている。

とくに、近年は粗飼料の輸入も増加しており、2000年度でみると牧乾草で180万t、ヘイキューブで48万tも輸入されている。価格面からは、酪農家の良質自給粗飼料のコストは56円(北海道47円、都府県71円)であり、輸入ヘイキューブの86円に比較しても廉価である。円レートの問題もあるが、飼養頭数の増加に飼料生産の拡大が対応できずに輸入に頼らざる得なくなっている面が大きい。

各種経営別の飼料給与構成をみると、酪農では約半分、肥育経営では大半が濃厚飼料に依存している。

肉用牛経営の粗飼料基盤は、肥育では稲わら依存、繁殖では稲わらと飼料作物依存等の違いはあるが、全体に弱体であり、特に肥育は購入濃厚飼料に依存し、加工畜産の経営形態となっている。

Table 2. Change of feed self-sufficiency ratio in the various cattle farmings

(unit: %)

	1975	1980	1990	2000
Dairy cattle	44.7	41.8	39.6	33.8
Reproductive cattle	71.4	66.1	63.5	60.3
Beef cattle	14.8	12.7	8.2	3.8

繁殖生産費の7割以上は労働費と飼料費が占め、多頭化にともなう飼料基盤の充実や放牧飼養技術の高度化等が求められている。

肥育経営では、肉専用種、乳用種とも素畜費と購入飼料費が約8割を占め、経営外の価格変動の影響を受け易い特徴を持つ。

Table 3. Feeding constitution in the various cattle farmings

(unit: %)

	Concentrate	Roughage	Straws
Dairy cattle	50.8	47.9	1.3
Reproductive cattle	36.1	48	15.9
Beef cattle	87.3	4.6	8.2

3) 新たな問題の発生－輸入飼料由来の外来雑草の侵入

畜産農家の側からも自前の安全な飼料確保の要請がある。最近の輸入粗飼料の安全性問題としては、スーダングラスの高硝酸態窒素含有、ライグラス乾草でのエンドファイト中毒、輸入穀物への雑草種子の大量混入による外来雑草の蔓延、遺伝子組換え作物の強制利用、ポストハーベスト農薬の問題など、様々のリスクがあげられる。これらを回避するためにも自給飼料の確保が求められている。

最近、全国の畜産農家の飼料畑を中心とした農耕地で外来雑草の蔓延が問題となっている。ここ10年に満たない期間に、イチビは北海道から九州まで全域で急増し、今や最もポピュラーな雑草となってしまった。この他にも、草地の雑草と考えられていたワルナスビがハビタットが異なる飼料畑に多発したり、暖地にしか見られなかったハリビユが寒冷地にも発生するなど、分布域の拡大と同時多発のゲリラ的発生が特徴である。

このような蔓延には、わが国畜産の持つ構造的な問題が潜んでいることが判ってきた。自由化対応のため多頭化を余儀なくされた最近の畜産農家は、安価な輸入穀物に依存し、糞尿を堆肥化せず未熟状態のまま直接飼料畑に投入することが多くなってきた。この結

果、飼料畑には輸入穀物に混入してきた外来雑草の種子がばらまかれ大発生するという事態を招いた。輸入元としては種類、量ともにアメリカが群を抜いているが、南アメリカ、オーストラリア、アフリカ、ヨーロッパなどほぼ世界中から輸入されている。すなわち世界中から雑草の種子が侵入しており、輸入量からみて持ち込まれる雑草種子の量は相当な規模と推定される。

このことは畜産の問題にとどまらず、日本列島の生態系における生物多様性への脅威として問題化してきている。

2. 日本型畜産の進むべき方向

以上述べたように、日本の畜産は、飼料基盤が不十分なまま飼料を輸入に大きく依存した加工型畜産として発展してきた。しかし、家畜糞尿処理等資源の循環からみてもはや放置できない問題を抱えている。また、前述の外来雑草の侵入及び口蹄疫や BSE 問題等、輸入飼料に依存することのリスクも見逃せない。

1) 今後の日本型畜産の課題

(1) 安心・安全な畜産物の供給／消費者ニーズの多様化への対応

(2) 土地利用型／資源循環型畜産の展開

①草地基盤の拡大・活用による自給飼料の生産と利用の促進

②環境と調和した持続的な生産システムの構築

環境負荷の低減／環境との間の物質循環機能の発揮／地力の維持・増進／耕種と畜産の連携

③地域の産業振興／中山間地の活性化

草地の多面的機能の発揮／耕作放棄地、混牧林、野草地を活用した放牧の推進

(3) 環境問題への取り組み強化

家畜糞尿の適切な処理のための技術開発の促進

2) 土地利用型／資源循環型畜産の展開－自給飼料生産の意義

環境調和型の農業展開が求められる 21 世紀の日本型畜産について、環境に負荷をかけない物質循環を前提にすると、現在の飼養頭数を半減しなければならないという試算もでており、物質循環機能の再構築が求められている。可能な限り自給飼料基盤に立脚しつつ、家畜糞尿を農地還元していく物質循環型にしていく必要がある。

自給飼料生産には次のような多面的な機能がある。

(1) 畜産経営の安定化－cost 低減

(2) 国土の有効活用・国土保全機能

(3) 物質循環機能

飼料作物の循環機能・家畜糞尿の有効利用

(4) 環境保全機能

土壌保全・水保全・大気保全・生物相保全・気象緩和

(5) 景観保全・ふれあい機能

(6) 家畜の健康維持

3) 飼料自給率向上に向けて

自給飼料の増産には、作付け面積の拡大と単収の増大が必要である。さらに自給率を上げるためには、利用率の向上が求められる。

(1) 作付け面積の拡大－自給飼料生産の場の外延的拡大

①未利用地・放棄地で飼料作物作付面積の拡大、②100万 ha の余剰水田における自給飼料生産、③混牧林、中山間地の多様な放牧の推進

(2) 単収の増大

①多収草種・品種の開発、②安定栽培法の確立

(3) 利用効率の向上

①収穫・調製技術の高度化、②飼料生産基盤の集積・団地化、③飼料生産の組織化・外部化の促進、④粗飼料の流通、⑤家畜の利用率の向上

(4) 低コスト生産の条件

①安定多収(栽培技術のレベルアップ)、②省力栽培・貯蔵(適切な機械化体系)、③機械負担面積の拡大(作付体系の組合せ)、④良質化(高品質・高栄養価)、⑤生産の組織化(機械の共同利用・共同作業)、⑥基盤の整備(飼料畑の集団化、ブロックローテーション)、⑦利用率の向上(収穫・貯蔵のロス防止)

4) 自給飼料増産推進計画

2000年に新たに設定された「食料・農業・農村基本計画」において、飼料作物は食料自給率の向上を図る上での戦略作物の一つに指定された。これを受けて「自給飼料増産推進計画」がたてられ、取り組みが強化されている。

(1) 数値目標の設定

- ・飼料自給率35% (2000年 25.5%)
- ・収穫量508万 t (TDN、2000年 393万 t)
- ・単収4、461 kg/10a (2000年 4,170 kg)
- ・作付面積110万 ha (2000年 94万 ha)

(2) 合理的な生産体系の実現に向けた生産指標の策定

(3) 飼料増産のための具体的な推進方策

3. 飼料作物の栽培と利用

1) 飼料作物の作付面積の推移

飼料作物の作付面積は、1960年代の70万haから、草地の開発、既耕地への作付拡大などにより急速に増加し、さらに1970年代には水田転換畑への作付増加も加わって、1987年の105万haとなった。しかし、それ以降は漸減傾向にあり、2000年においては全国で94.5万haで、うち牧草地が65万haである。

地域別では、北海道が全体の62%、東北13%、九州12%であるが、関東(7%)、中国(4%)は少なく、他は僅かである。

Table 4. Change of cropping area of forage crops

(unit: 1,000ha)

	1975	1985	1995	2000
Total	840	1019	980	945
Hokkaido	530	600	622	613
Others	309	418	358	331

経営別では、酪農経営における1戸当たりの作付面積は着実に増加し、北海道で43ha、都府県で5haとなっている。1頭当たりでは北海道で45a、都府県で10aで横ばいである。

草種では、飼料作物の83%（82.5万ha、内北海道が58.2万ha）がチモシー、オーチャードグラス、イタリアンライグラスなどの牧草類であり、トウモロコシ12%（10.1万ha、同3.7万ha）、ソルガム3%（2.7万ha）で、その他は麦類、飼料用カブなどで僅かである。

単位面積当たりの収量は、ここ10年以上横ばい傾向にあり平成10年度で見ると、牧草類は全国平均で38.3t/haであるが、北海道が35.5t/haに対し、都府県が45.1t/haと多い。一方トウモロコシは北海道も都府県も差がなく平均で51.3t/haと多収である。

2) 草種・品種の選定

日本列島は北から南まで温度条件が相当異なること、また土壌、降水量、積雪、台風常襲地帯等地域の特殊性もある。地域や環境の変化に応じた適草種・品種を選定することが栽培の安定を図る上で重要である。飼料作物の種類は多く、市販されている草種にして50以上、品種で500以上にのぼる。国内で最も普遍的な草種としては、トウモロコシ、ソルガム、イタリアンライグラスであり、その他にエンバク、ライムギ等の麦類、

ローズグラス等の暖地型牧草が短年利用される。永年利用草種としては、チモシー、オーチャードグラス、トールフェスク、ペレニアルライグラス、リードカナリーグラス、アルファルファ等がある。

Table 5. Recent cultivars released by the official breeding sites

Species	No.	Main cultivars
Corn	9	Yumesodachi, Yumechikara, Yumetuyosi
Sorghum	9	Kazetachi, Hazuki, Akidachi
Oats	5	Haeibuki, Tachiibuki
Italian rye	8	Niiodachi, Hitachihikari, Siwasuaoba
Orchardgrass	4	Toyomidori, Akimidori II, Harujiman
Timothy	2	Atukesi, Kiritappu
Alfalfa	4	Makiwakaba, Hisawakaba, Tuyuwakaba
Guineagrass	2	(Natsukaze), Natsuyutaka, Natsukomaki

草種別に品種の特性ポイントをまとめると次のようである。

トウモロコシ： 自殖系統の作出に取り組み、最近になってそれらを利用した優秀なF1品種が育成されてきた。耐倒伏性及び主要病害抵抗性に優れる多収品種「ゆめそだち」、「ゆめちから」、「ゆめつよし」がリリースされている。

ソルガム： ソルガムは大きく5つの型と3タイプに分けられ、それぞれ品種が育成されている。「風立（カゼタチ）」は、既存品種中で最も晩生で栽培期間中にはほとんど出穂をみない。草丈が低く、耐倒伏性が極めて強い。耐病性、耐干性にも優れ、冷害などの気象変動などにも安定した品種である。「葉月（ハヅキ）」は高消化性の特徴がある。

イタリアンライグラス： 寒地型イネ科牧草の中では最も耐湿性に優れ、また、高TDN生産ができる草種である。官民間わず多数の品種が育成され、提供されてきている。出穂の早晚性や気温が上昇してからの再生力、栽培期間の長短などからみて、極短期利用型、短期利用型、長期利用型、極長期利用型に分けられる。

極短期利用型： 早春に出穂するため、早くから利用できる。稈は細くて短く、葉の幅が狭い、典型的な二倍体。暖地での年内取り極早生品種として「シワスアオバ」がある。

短期利用型： 初期生育及び早春の生育が旺盛で、比較的早く出穂する。「ワセアオバ」、「ワセユタカ」といった息の長い多収品種がある。「ニオウダチ」は葉身がアップライトタイプの直立型で、倒伏にも強いため、機械適応性が高く、収穫ロスが少なくなり、

いわば農家の手取りの多いということで評価が高まっている。

長期利用型：晩生で、春期に多収を示すとともに生育後期においても再生力が強く7月上旬頃まで栽培利用できる。四倍体の「ヒタチヒカリ」は大規模・機械化に対応した耐倒伏性の極めて高い品種で、冠さび病にも強い。

極長期利用型：上記の品種群とは異なり、毎年播種することなく、越夏して2～3年栽培利用できるという特徴がある。耐暑、耐干性を持っており、再生力も旺盛で、年間を通じて多収となる。「アキアオバ」といった四倍体の大型の品種が出ている。

寒地型牧草類：オーチャードグラスは、牧草地の基幹イネ科牧草として広く栽培されているが、極早生～極晩生まで広い熟期の品種が揃っている。極晩生の寒地向けで越冬性、耐病性、収量性に優れる「トヨミドリ」、「アキミドリ」に代わって普及が期待される本州向けの極早生「アキミドリⅡ」がある。

チモシーは、北海道東・北部を中心に栽培される良質牧草であるが、中生品種として、「アツケシ」、「キリタツプ」が出ており、アカクローバとの混播適性が高い。

ペレニアルライグラスは、嗜好性、飼料価値、再生力に優れるため主に放牧向けに栽培されている。現在、中生の「ヤツカゼ」、晩生の「ヤツナミ」が市販されているが、いずれも収量性、越冬・越夏性及び耐病性が改良されている。

暖地型牧草類：ギニアグラスは、本州での一年利用品種として「ナツカゼ」が育成されたのを皮切りに、南西諸島での多年利用品種「ナツユタカ」がリリースされている。さらに、機械収穫に適する踏圧抵抗性のあるロールペール向け品種「ナツコマキ」が新たに育成されている。

ローズグラスは、乾草適性に優れる暖地型牧草である。初期伸長性と低温伸長性に優れる「アサツユ」がある。

アルファルファ：アルファルファは高品質粗飼料として農家の期待が高く、北海道から九州まで栽培される。耐湿性を強化した「ツユワカバ」が育成された。一方、北海道の栽培品種として、多雪地帯向けの「マキワカバ」、少雪地帯向けの「ヒサワカバ」が育成され、いずれもパーティシリウム萎ちょう病やソバカス病に抵抗性がある。

3) 主要草種の栽培法

トウモロコシ：北海道から九州まで広く栽培できる。北日本では年1作体系が多いが、西南暖地では、播種期は4～8月、収穫期は8～12月と長期にわたって栽培でき、最近は二期作用品種も開発され南九州で普及している。府県では早播きを原則とし、メヤスは桜のソメイヨシノの開花期である。十分な完熟堆肥など有機質肥料の施用と過度な連作を避け、ソルガム、暖地型牧草との輪作が望ましい。栽培は大型機械体系が普及しており、播種はコーンプランタ、収穫はコーンハーベスタを使う。栽植様式は早生が10a当たり8千本程度の密に、中生が7千本、晩生が6千本程度の疎植にする。ソルガ

ムとの混播栽培では、トウモロコシが約 6 千本、ソルガムが 1~2 万本が適当である。

ソルガム： 播種適温はトウモロコシよりやや高く、スーダン型が大体平均気温 13℃、ソルゴー型が 15℃以上になると播種適期になる。一般に西南暖地では 5~6 月に播種し、8~11 月に収穫する。ソルガムは品種によって播種期移動に対する出穂反応が異なるので注意が必要である。冬作のイタリアンライグラスやムギ類と組み合わせた周年作付体系が一般的であるが、梅雨後の夏播き栽培、トウモロコシと混播する体系もある。播種は、条播と散播のいずれでもよいが、種子量が少なく、受光態勢がよく、雑草防除や追肥、収穫といった管理機械作業のやり易さから 70 cm位の条播とする。栽植密度は、実用的には 2~3 万本が適当。サイレージ貯蔵ができない場合は、立毛貯蔵にもっていく方法もある。

Table 6. Characteristics of forage crops

Species	Utilization		Tolerance			
	Cutting	Grazing	Cold	Heat	Wet	Trampling
Timothy	◎	○	◎	△	◎	○
Orchardgrass	◎	◎	○	◎	○	○
Tall fescue	○	◎	○	◎	◎	○
Meadow fescue	△	◎	◎	△	◎	○
Perennial ryegrass	△	◎	○	○	◎	○
Kentucky bluegrass	△	◎	◎	○	○	◎
Reed canarygrass	○	△	○	◎	◎	○
Red clover	◎	○	◎	○	○	△
White clover	△	○	○	○	○	◎
Alfalfa	◎	△	◎	○	△	△
Guineagrass	○	○	△	◎	△	△
Bahiagrass	○	◎	○	◎	○	◎
Rhodesgrass	○	△	△	◎	○	○
Bermudagrass	△	◎	○	◎	○	◎
Napiagrass	◎	△	△	◎	△	○
Giant stargrass	○	◎	△	◎	○	◎

◎ : Very good ○ : Good △ : Poor

イタリアンライグラス： 発芽適温は20℃前後、生育適温は14～18℃位である。秋に播種し、翌春3月から7月にかけて収穫する慣行栽培、年内利用を図る早播栽培、越冬して2～3年間利用する周年栽培など多様な方式がとられる。播種量は、2倍体品種で2～3 kg/10 a、4倍体品種で3～4 kg/10 aである。水田裏作では不耕起栽培や水稲の立毛中播種が可能であるが、播種量は2～3割多くする。施肥にあたっては、窒素とカリに対する感応性が高いので半量は堆肥の利用を図る。収穫時の倒伏防止が現在の栽培のポイントと言える。それには耐倒伏性品種を用いる方法とライコムギとの混播栽培がある。ライコムギ2対イタリアンライグラス1の播種量割合で倒伏が防止できる。

ムギ類： ムギ類の栽培には3つの作型がある。秋作栽培は温暖地や暖地で普及している方法で、早播きのトウモロコシが8月に収穫された跡地に栽培し、年内に収穫する。あまり早く播くとさび病や短稈化による低収となる。秋作栽培に適しているのは、秋冷えて糖分の蓄積がおこって嗜好性が良くなるエンバクと糊熟に達するオオムギである。特に水田転換畑などで利用する場合は、湿害に強いエンバクがよい。春作栽培は春先の比較的安定した時期の気候を利用するため、他の作型に比べて安定性が高い。オオムギ及びエンバクを用い、春先の3、4月に播種し、秋播性の低い品種を利用する。標準栽培は、播性のかかなり広い範囲の品種が利用でき、いずれのムギ類も利用できる。温暖地、暖地では、作期も比較的自由に、草種や品種特性をふまえた選択の幅が広くとれる。

暖地型牧草： 種子が小さくて軽いため、播種、覆土、鎮圧をていねいにする。播種法は、収量面からは散播、条播いずれでもよい。種子が小さいため播種量は10 a当たり300～500 gでよいが、土、肥料などの増量剤を混ぜて播種するとよい。覆土は1 cm以上にはしない。

ギニアグラスは、平均気温が18℃以上あれば播種できる。わが国で育成された第1号品種の「ナツカゼ」は初期の草勢は極めて良好で、伸長期には草丈は1日4 cm以上の伸長をする。従って、刈取に適する120～140 cmには4週間たらずで達することになり、関東以西では通常3～4回刈取りができる。栄養価の高い葉部の回収が大切で、乾草に仕立てる場合いたずらに反転せず折損防止を図る必要がある。

ローズグラスは、施肥反応が敏感で多肥になるほど多収となり、多回刈にもよく耐える。播種期は5月中旬～6月上旬が適期である。

アルファルファ： 播種にあたって事前にしなければならないのが根粒菌の接種である。最近では根粒菌が接種してある種子（ノーキュライドまたはリゾコート）も市販されている。アルファルファ栽培の要点は、まず、圃場の選定と土作りにある。排水の良い圃場を選び、石灰資材で土壌pHを中性近くまで調整しておく。また、熔リンの多量投与が有効で、ほう素欠乏の防止もかねてBM熔リンを半量加えるとよい。栽培にあたっては、初期の株数の確保と雑草の防除がポイントである。通常の播種適期は9月上旬～

10月上旬である。アルファルファは多年利用ができ、刈取期間は4月下旬から12月上旬と広い。刈取回数は5~6回が適当で、メヤスは開花始めとするが、1番草は倒伏防止のため草丈70~80cmで刈取る。8月までは大体35~40日間隔で刈取り、極端な早刈りは避ける。

4) 作付体系

多様な素材を用いて各地域で「奨励品種選定試験」による品種選定や栽培試験が積み重ねられ、地域別の作付体系が確立されてきた。その結果、主要な作型としては、①夏作・単年利用の長大型飼料作物（トウモロコシ、ソルガム）、②夏作・単年利用の牧草類（暖地型牧草）、③冬作・単年利用の牧草類（イタリアンライグラス、ムギ類等）、④永年利用の牧草類（オーチャードグラス、アルファルファ等）に収斂し、これらを組み合わせて周年作付体系が策定できるようになった。なかでも、トウモロコシ+イタリアンライグラス体系は1970年代に広く府県で受け入れられ、通年サイレージ体系の基盤となった。年間の作付体系を計画する上で、基本的に考慮すべき要因として、経営形態と利用目的、多収性、品質、労働配分（とくに播種期・収穫期）、土地の利用効率、施設・機械の有効利用、生産コスト、ふん尿の有効利用、体系の安定性等がある。

収量的には、年平均気温が12℃以下の東北、北陸地域のような寒冷地及び積雪地では2.4t（乾物・年間・10a）、12~14℃の温暖地では2.7t、14℃以上の暖地では3.1tが可能なレベルにある。

Table 7. %TDN and productivity of forage crops in the various climatic regions

Forage crops	TDN%	Climatic regions (unit:FW t/10a)			
		Arctic	Cold	Temperate	Warm
Temperate grasses	56-65	4~5	5~6	5~6	—
Tropical grasses	55	—	—	5	5~7
Corn	66	4~5	5	5~6	6~7
Sorghum	55-62	—	5	6~7	6~7
Italian ryegrass	58	—	5	5~6	6
Barley, Oat, Rye	60	3~4	3~4	4	4

<地域別の作付体系>

寒地：北海道を中心とする寒地の特徴は、作物の生育期間が短いため、夏作のみの作付け、あるいは永年生牧草を連年にわたって栽培利用することが多い。永年生牧草は

チモシー、オーチャードグラス、シロクローバ、アカクローバ、アルファルファである。一部ペレニアルライグラス、メドウフェスク、スムーズブロムグラスなども導入されている。夏作のみの単作では、酪農地帯を中心にトウモロコシの作付が多く、品種は生育期間の短い極早生や早生である。

Table 8. Forage crops in the various climatic regions

Climatic regions		Summer cropping	Winter cropping
Arctic	Hokkaido	Corn, Oats	Orchardgrass, Timothy
Cold	Tohoku, Hokuriku	Corn, Sorghum	Rye, Italian rye
Temperate	Kanto~Chugoku	Corn, Sorghum, Tropical grasses	Italian rye, Barley, Rye, Oat
Warm	Shikoku・Kyushu	Corn, Sorghum, Tropical grasses	Italian rye, Oat
Subtropical	South-west islands	Tropical grasses	Tropical grasses (perennial)

寒冷地： 東北地域の大部分が属する。山間地ではオーチャードグラス、ペレニアルライグラス、シロクローバ等の永年性牧草の利用も見られるが、多くの地域ではトウモロコシ単作またはトウモロコシ+ライムギの作付体系が多い。この地域では夏作を主体に栽培することが収量の増大に結び付くので、トウモロコシの早生または中生を早播し、十分な生育期間をとる。また冬の寒さが厳しいので、冬作を作付ける場合には、早生のトウモロコシを使って夏作を早めに切上げ、ライムギ等の播種時期を逸しないことが肝要である。

温暖地： 関東から中国地域までの広い地域である。二毛作可能地帯であり、飼料畑の作付は夏作がトウモロコシ、ソルガム、冬作がイタリアンライグラス、オオムギ、ライムギ、エンバクである。品種的にはどの草種も早生から晩生まで作付けすることができ、草種・品種の組合せも多様である。東日本ではトウモロコシ+イタリアンライグラスの組合せが最も多く、西日本ではトウモロコシかソルガムにイタリアンライグラスまたはムギ類を組み合わせる体系が多い。組み合わせによっては、10a当り3t以上の乾物収量が得られる超多収体系もある。また、ローズグラス、ギニアグラス等の暖地型牧草の単年利用も有効である。寒地型牧草は高標高地以外は夏枯れの危険がある。

暖地： 九州及び四国の南部がこの地域に含まれる。暖地型牧草の適地ではあるが、標高の高いところではトールフェスク等の寒地型牧草も栽培されている。夏作はソルガ

ム、トウモロコシ、暖地型牧草、冬作はイタリアンライグラス、エンバクの組合せが多い。この地域は台風来襲地帯なので、倒伏抵抗性のあるソルガムの作付が比較的多く、ソルガムは2回刈利用ができる。一部ではトウモロコシの二期作が行われている。また、エンバクを8月下旬から9月上旬に播種して12月に収穫したり、早期水稲跡の利用として、ソルガム、エンバク、イタリアンライグラスなどの年内作がとられている。

亜熱帯地域： 南西諸島は台風常襲地帯なので台風に強い作物の作付が最優先される。主な草種としてはネピアグラス、ローズグラス、ギニアグラスなどの暖地型牧草が主体で、永年利用される。放牧や周年採草が国内では最も有利な条件の地帯なので、ロールベール体系による乾草やヘイレージの生産技術が適合している。

5) 収穫・調製

飼料作物の利用仕向けは、サイレージ、乾草及び青刈に大別されるが、大半は水分が高い状態で乳酸発酵させて貯蔵するサイレージとして利用される。サイレージには穀実割合の高いトウモロコシやソルガムおよび穀実の登熟したムギ類を材料とするホールクロップサイレージと、穀実が無いかまたは少ないイタリアンライグラスやムギ類、オーチャードグラス等を材料とするグラスサイレージに区分される。グラスサイレージについては、ロールベール・ラッピング方式が定着している。また、乾燥させて水分を15%以下に減らし、カビの発生を抑えて貯蔵する乾草(hay)と、水分が20%~30%の半乾燥の原料をアンモニア処理して貯蔵する方法もある。

ロールベールラップサイレージは、刈り取った牧草を円筒状に巻き、それをビニール製のストレッチフィルムで包装して貯蔵する。このサイレージを上手に作り、貯蔵するためのポイントは、①原料草を適期に刈取り、水分を40~60%に予乾する、②ロールは固く成型し早期に密封する、③密封を完全に保つためピンホール(小さな穴)を作らない、④貯蔵は縦積み二段が望ましく、⑤鳥獣害防止のため網をかける等である。従来はグラス類にしか対応できなかったが、最近トウモロコシにも対応できるロールベールが開発されている。

トウモロコシのようなサイレージ用長大型飼料作物の収穫は、ハーベスタが導入されたことにより、圃場細断・運搬・サイロ詰めの一貫システムが定着している。一方、牧草の刈取作業は、ヘイコンディショナからモアコンディショナと呼ばれる一体型のものにかわり、刈り取りとコンディショニングが同時作業で処理できるようになり、作業効率も著しく向上した。さらに、転草・集草にはテッダ・レーキ兼用のロータリ型が使われる。

4. 水田圃場を活用した自給飼料生産

わが国のコメ生産の過剰基調が続いて久しく、水田を畑に転換利用することが始まってかなりたつ。2001年には、全体として60万haの転作面積に対して約20%に当たる12万haが飼料作物である。

しかし、最近では水田の持つ環境保全機能が見直され、水田は水田としての機能を維持しておく必要性が認識されつつある。すなわち、水田は湛水することによって忌地などの畑作で起こりやすい現象を回避し、さらに、灌漑水からの養分供給や水田に棲息する微生物の窒素固定によって肥沃度を高める機能を持っている。また、水田は、雨季には湛水にして稲を栽培し、その後は畑に転換して畑作物を栽培することができる。この多毛作体系は土壌の肥沃度を高める乾土効果を持つとともに、水田と畑が交替するため雑草の発生を抑止したり、養分の過剰な収奪を抑えて、非常に高い生産力を実現する。このような直接持続的生産に関わる機能のほかに、水田の存在は畦畔による洪水防止、土壌崩壊防止、土壌浸食防止、脱窒による水質浄化、気候緩和、水生生物の保全など様々な環境保全機能も併せ持っている。水田は転換畑としての再利用ではなく、水田そのものとして維持していくことが求められている。

従来から畑地化した水田転換畑における検討は様々行われてきた。水田転換畑では湿害が発生するため、耐湿性作物が要求される。耐湿性は根中に形成された崩壊細胞間隙と地上部茎葉との間を通氣的に連絡する通気組織系の発達と密接に関連する。トウモロコシ、ソルガム、スーダングラスは通気組織系の発達が明らかに不良である。転換畑で現在実際に栽培されているものは、イタリアンライグラスを中心とした牧草類が82,700ha、トウモロコシ16,900ha、ソルガム13,800ha、エンバク3,680haと絞り込まれているが、耐湿性の面から見れば本来疑問の残るところである。

以上のように、水田機能を維持しつつ、安定したバイオマスを持続的に生産するという新しい社会的要請に対しては、わが国の自然条件に適し、技術水準が高く、新しく投資を必要としない飼料イネがまさに適合すると言えよう。

Table 9. Wet endurance of forage crops cultivated in converted paddy field

Wet endurance	Forage crops
Poor	Corn, Rye, Barley
Moderate	Sorghum, Guineagrass, Rhodesgrass, Italian rye, Oat, Temperate grasses
Good	Reed canarygrass, Coloured guineagrass, Japanese millet
Very good	Rice

1) 飼料イネの生産

日本の農山村のランドデザインを描く上で、飼料用イネを媒介として水田と畜産を結ぶことが期待されている。日本では、畜産においては自給飼料基盤の拡大が求められ、一方、水田では100万 ha もの転作田や有休農地の有効利用が求められている。地域の飼料自給率や食用水稻栽培の体系を把握し、さらには家畜糞尿の利用も考慮したランドデザインを確立する必要がある。

これを介在するものとして飼料イネの生産が期待されている。飼料イネについては、農林中金総合研究所が「飼料米生産と日本農業再編」という報告を発表し話題となった。その骨子は自給率向上の視点から、水田という農地を維持しながら行えるものとして、飼料イネの栽培が現実的であるとしている。そして、技術の発展を踏まえて二段階の展開を提案している。第一ステップは、条件不利地域の棚田を中心に、直接所得補償措置を講じて環境保全型で飼料米を栽培し、備蓄が必要なければ飼料にすることで、食料の安全保障と環境保全を果たす。第二ステップは、超多収米の開発をまっぴらで平場での飼料米生産を導入し、農地の集約化・有効利用を図るといふ。今後、飼料用イネのホールクロップサイレージの生産拡大を図るためには、経験と装備を有している耕種農家集団がブロックローテーションを取り入れた集団栽培を担い、収穫・調整は畜産農家集団が担うなどの役割分担に加え、TMRセンター（各種原料を用い必要とする養分を満たした混合飼料を製造する）を介した供給等、品質の安定化、低コスト化を目指した全体のシステム化が重要と考えられる。

2) 品種選定

イネ発酵粗飼料の栽培にあたっては、専用品種が育成されつつある。品種選定に重要な特性として次のような点が上げられる。

- ①多収性（当面は1.2～1.5t/10aを目標）
- ②耐倒伏性（品質の確保）
- ③耐病虫性（減農薬の必要性）
- ④耐肥性（多肥条件でも倒伏しない）
- ⑤難脱粒性（TDNの高いもみの確保）

超多収品種の育成は、農水省のプロジェクトでも再三試みられてきた。その結果、「タカナリ」（インド型）、「アキチカラ」（他用途向き）、「ホシユタカ」（ホールクロップ用）、「ハバタキ」（インド型）、「オオチカラ」（極大粒）、「ふくひびき」（酒造用）、「夢十色」（高アミロース）などが育成されてきたが、実用的にはいま一歩。しかし、山形大学農学部ではハイブリッドライスで籾収量が1.4トンクラスの系統を得ているし、一方、ホールクロップ用として茎葉収量の高い品種としては埼玉県農業試験場が開発した「クサナミ」、「ハマサリ」がある。農水省のプロジェクトでは、トウモロ

シ並みの乾物収量 2t/10a、TDN 収量 1.3/10a 以上を目標に品種開発を進めている。

さらに、環境保全型であることと低コスト化のためできるだけ農薬フリー栽培が要求されるため、耐病、耐虫性が必須となる。

飼料用専用品種「はまさり」は一般の食用品種に比べ、茎葉を含めた全体収量が高く、無毛性のため嗜好性もよく、耐倒伏性に優れているといった特性を持っている。妻沼町の農家で栽培されている、「はまさり」の収量は約 1,000 kg/10a ~ 1,100 kg/10a 程度となっている。

Table 10. Characteristics of the main cultivars for rice whole crop silage

Cultivar	Area	Yield kg/10a	Height cm	Merit
Kusahonami	Western area from Kantou	2,010	93	Long culm/high yield/lodging resistance/disease resistance
Hosiaoba	southern area of Tohoku to western area from Kantou	1,720	90	Long culm/for direct sowing/disease resistance/large grain
Kusanohosi	Western area from Kantou	1,970	93	Long culm/high yield/for direct sowing/disease resistance
Hamasari	Western area from Kantou	1,790	97	High foliage yield/lodging resistance/disease resistance
Hoshiyutaka	Western area from Kantou			High foliage yield/for direct sowing
Hokuriku168	southern area of Tohoku to western area from Kantou, Hokuriku	1,421	87	High grain yield/lodging resistance

3) 栽培体系

基本的には、食用水稲と同様であるが、収穫期が黄熟期と早まるため作期の幅を柔軟にとれる。食用水稲や他作目との作業競合を回避するよう工夫する必要がある。

寒地・寒冷地においては、イネ発酵粗飼料用または飼料米用の稲単作の体系で行う。

温暖地・暖地においては、二毛作が可能な場合は、イネ（主食用、飼料用）→小麦（食用）、イネ（主食用、飼料用）→大麦（飼料用）の体系をとり、さらに、暖地や早期米地帯ではひこばえの利用も図る。

4) 栽培法

①直播栽培

水稻の慣行栽培から始め、移植栽培が安定化したら低コスト・省力的な直播栽培等に移行させる。現在取り組まれている湛水直播、潤土直播、乾田直播などの技術がそのまま応用できよう。省力・低コスト栽培技術の一つとして、麦間に直播する栽培も試みられている。播種は、麦が立毛中の2月頃に播種機を用いて行う。

②多肥栽培

多収をねらうため多肥栽培を行う必要がある。また、飼料イネの場合は、従来水田に還元されていたわらが収穫物として持ち出されるため水田は有機物不足となる。このため積極的に家畜堆肥の投入を図り、物質循環を行う。スラリーを利用した飼料イネの栽培技術として、山形大学農学部で検討した結果では、標準の窒素施用量の2~3倍量のスラリーでも倒伏なく1.7~1.8t/10aの収量が得られたとしている。しかし、高窒素条件ではケイ酸の含量は低減できるが、耐倒伏性との間ではトレードオフの関係にあり、この克服も必要である。

③防除対策

適切な雑草防除、病虫害対策も必要。雑草防除については除草剤の使用が避けられないと考えられるが、農薬登録の問題をクリアしなければならない。

④水管理

収穫作業のために地耐力の向を図る必要があり、溝切りや中干しの徹底を図る。

5) 収穫・調製

収穫適期は、出穂後25~30日を経過した黄熟期で、水分は65%程度となり、サイレージ化が容易である。

収穫技術としては、ダイレクト収穫ができる機械化体系が必要である。ホールクロップサイレージ向けに、また、流通を考慮した場合にロールベール・ラッピング体系はまさにうってつけの技術であるが、水田の地耐力の制御とそれに対応した足回りの機械が必要である。ある程度地耐力のないところでも使用できるものとしては、三重県農業技術センターが開発した「稲ホールクロップ用カッティングロールベール」とゴムクローラ駆動の運搬機に積載した「自走式ラッピング機」がある。

6) 給与

TDN含量は55%程度、粗蛋白含量は6.7%程度。第一胃内での粗蛋白の分解率は80%程度。嗜好性は良好である。サイレージの保存は半年以上持つ。給与はTMRが有効である。

乳用牛：1日当たり乾物で6~10kgの給与が可能。適切な飼料設計を組めば高泌乳牛にも給与できる。チモシー乾草と同等の粗飼料として給与できる。

繁殖牛： 1日当たり乾物で5～6 kgまで給与が可能。しかし、飽食では過剰給与になるので注意が必要。

肥育牛： 黒毛和種において、肥育前・中期に乾物で2.5～3 kg、肥育後期で1～1.5 kg、乳用種肥育牛において、肥育前・中期に乾物で3 kg、肥育後期で1.5 kg程度可能である。ビタミンA制御型肥育のメニューもできている。増体、肉質に差は見られない。

5. 放棄地・中山間地における畜産の展開

1) 中山間地の役割と畜産

日本は山国であり、農業生産に占める中山間地の割合は、面積、人、生産額ともに約4割にのぼっており、国土保全の観点からも大きな比重を占めている。その中で畜産は45%が中山間地で行われている。

中山間地では、近年人口の減少と高齢化、過疎化が進行し、担い手の脆弱化により耕作放棄が続いている。農地等の地域資源の荒廃進行により病虫害・鳥獣害の増大、土地・水保全上にも由々しき影響を与えるとともにアメニティ環境の破壊も引き起こしている。今後15年で33～79万haの放棄地が見込まれるが、中山間地が半分を占めると推定されている。

これら未利用地、耕作放棄地等の利用方向の明確化が求められ、草地畜産の振興に期待が寄せられている。草地を活用した畜産経営を展開することは、農地の保全や環境の保全、就業機会の確保等多くのメリットがあり、低地価・低地代を活かした自給飼料基盤に立脚した畜産の振興を支援する必要がある。

2) 草地の持つ多面的機能

草地・飼料作は、①傾斜地、冷涼地域等耕種農業に適さない土地・地域において栽培利用が可能なこと、②土壌流亡防止等森林に匹敵する高い国土・自然環境保全機能を有すること、③緑の景観を形成することにより、憩いとやすらぎの場を提供すること等の多面的な機能を有しており、国土・環境の保全、農村地域の活性化に重要な役割を担っている。

3) 放牧技術

草地を利用して家畜を飼養する放牧は、低コスト、省力性、資源循環の面でメリットを持っており、国土資源を活用した家畜生産方式と言える。すなわち、放牧は、ふん尿処理作業や施設を要しないで物質循環が図れる利点があり、傾斜地や耕作放棄地等の他の作目では利用しえない土地基盤を省力的かつ環境を維持しつつ有効に利用できる。

季節放牧と周年放牧： 夏季は山に放牧し、冬季は舎飼いする夏山冬里放牧と呼ばれる季節放牧が一般的である。しかし、西南暖地では、早秋に放牧を中止して備蓄した牧

草あるいは水田裏作のイタリアンライグラスを用いて冬季放牧を実施し、放牧期間の延長や周年放牧を行っている事例もある。

スーパー放牧： 草地試験場では、超集約的な放牧技術「スーパー放牧」の開発を行った。スーパー放牧の基本概念は草地の潜在的な生産能力を最大限に引き出して、その草を家畜に効率的に採食させるということである。そのために、粗放な放牧から集約的な放牧へ、乾物生産量ではなく栄養摂取量へなど様々の改善を図るというものである。具体的な改善点として、①短期輪換、割当放牧による利用率の向上と草生維持、②集約的な放牧に適した草種（ペレニアルライグラス・シロクローバ）や品種の導入、③適正な施肥とマメ科利用による増収、④低草高利用による草質と利用率の改善、⑤春季余剰草の刈り取り、調製、給与による草地生産量と家畜の要求量の合致、⑥放牧馴致と衛生管理の徹底、⑦周辺機器（自動ゲート）による管理作業の省力化などがあげられ、それぞれの方策が互いに効果を発揮して全体としてバランスのとれた放牧方式としていくというものである。この技術によって、濃厚飼料を給与することなく、放牧草地から生産される草のみで、乳用種及び肉用種去勢牛で高い日増体量ならびに単位面積当たりの飛躍的な家畜生産性を得ることができるようになった（乳用種去勢牛で DG0.9 kg、ha 当たり増体量 1,000 kg、黒毛和種去勢牛で DG0.7 kg、ha 当たり増体量 800 kg）。

その後、この技術を基盤として、黒毛和種去勢牛の育成と肥育前期を兼ねた「1.5 シーズン放牧技術」、さらには中山間地域における既造成草地の低利用化や荒廃等に対応した再整備・多目的有効利用を図る「小規模移動放牧技術」など次々に新しい技術が開発されてきている。そして、これらを駆使して21世紀に向けて日本型放牧の推進が図られようとしている。

4) 小規模移動放牧

畑荒廃地、荒廃水田及び雑木林地などを活用した放牧は地域資源の有効活用、飼養管理の省力化、生産コストの低減につながり一石三鳥である。

未利用地の放牧利用の概念は、小区画で分散している畑荒廃地、水田荒廃地及び雑木林地を低コストで草地化を図り、各ブロックに小頭数の牛を放牧する。放牧に当たっては、各ブロックの牧草の状況を見ながら、牧区を移動する方法をとる。

- ・手持ちの農機具や蹄耕法を用いて造成
- ・自然木を利用した休息場の確保
- ・水飲場及び給餌場などは、既製品やリサイクル品の使用で経費節減
- ・電気牧柵の活用

こうした未利用地を活用した放牧は、特に小規模肉用繁殖経営において、少ない労力と投資で増頭を図る手段として効果的である。また、放牧主体の酪農経営の事例でも、その生産性の高さが証明されている。

おわりに

以上日本の畜産の置かれている状況とその打開策として自給飼料生産を基軸にしてその拡充をいかに図るべきか模索している現実を紹介した。とくに、水田の活用は、生産の場の外延的拡大に有効であるとともに、水田機能の維持の観点からも期待されている。さらに、中山間地での放牧を主体にした草地畜産の展開は、地域の活性化や国土保全上からも注目されている。いずれにしても、加工型畜産から脱却して資源循環型畜産へいかにシフトしていくかが技術開発のポイントとなっている。