

氏名(本籍) 井 村 毅

学位の種類 博 士 (農 学)

学位記番号 農 第 4 4 9 号

学位授与年月日 平 成 4 年 3 月 13 日

学位授与の要件 学位規則第4条第2項該当

学位論文題目 放牧による肉用牛生産方式の効率向上に
関する実証的研究

論文審査委員(主査) 教 授 伊 藤 巖
教 授 山 岸 敏 宏
教 授 秋 葉 征 夫

論文内容要旨

放牧は最も経済的な草地利用方法とされているが、わが国には放牧の伝統や技術が乏しかったため、放牧期間の延長や周年放牧技術が実際の経営に取り入れられた事例はほとんどなかった。そこで、わが国の風土に合った日本型放牧技術の確立を目指して、この研究では、北東北の山地開発草地を対象としたASP (Autumn saved pasture: 晩秋用放牧地) 利用による放牧期間の延長技術を開発するとともに、放牧草地を構成する草種(草型)の違いが放牧育成牛の増体に及ぼす影響を解明し、これらの成果を活用して放牧肥育の可能性を追求した。一方、四国では放牧期間延長技術をさらに周年放牧技術にまで押し進め、肉用繁殖牛の周年放牧による肥育用素牛の低コスト生産技術を実証的に開発しようとした。

1. ASP (晩秋用放牧地) 利用による放牧期間の延長が放牧牛の増体に及ぼす影響

1) 限られた放牧地面積の中でASP法を採用することの是非を明らかにするため、去勢牛8頭と10牧区に区分したオーチャードグラス(以下ORと略す)主体の草地3.5haを二分して、ASPを利用する区(ASP区)とASPを利用しない通常の輪換放牧区(CRG区)に割り当てて検討した。年間の放牧期間はASP区とCRG区で等しくなり、放牧牛の増体量や牧養力ではASP区の方がCRG区よりも僅かに高くなる傾向を認めたが、その差は統計的に有意でなかった(第1図, 第1表)。結局、土地利用効率的な意味ではASP法を採用する有利性を明らかにすることはできなかった。

2) 春から秋まで補助飼料無給与・昼夜連続の輪換放牧を実施した3回の放牧試験において、ホルスタイン種去勢牛のASP放牧期間中の日増体量(以下DGと略す)を、春、夏、秋のDGと比較することにより、家畜の生産反応という観点からASPの評価を試みた。その結果、ASP期のDG(1.13~1.20kg)は夏、秋よりも有意に($P < 0.05$)高く、春に匹敵するものであった(第2表)。また、40日間という長期間のASP放牧を実施した場合、去勢牛の週間DGは一貫して上昇傾向(1.96→0.61→1.09→1.36→1.48kg)にあり、しかも、その程度は加速度的であった(第2図)。飼料要求率では春が一番低く、ASPがそれより僅かに高く、夏や秋ではそれらよりもはるかに高くなった(第3表)。以上の結果から、ASPは放牧期間の延長に役立つばかりか放牧牛の増体にも好ましい影響を与え、さらに加えて、その効果はASP放牧期間が長ければ長いほど大きくなることを明らかにした。

3) 刈り取り法による採食量とそれよりも精度が高いとされる酸化クロムと *in vitro* 乾物消化率の併用法による採食量とを対比させながら、ASP放牧時にDGが高くなる原因を明らかにしようとした。刈り取り法によって求めた採食量では、ASP期の採食量が他の放牧季節よりも明らかに高くなった。一方、酸化クロムと *in vitro* 乾物消化率の併用法によって求めた採食量は、ASPが春、夏とほぼ等しく、秋がそれらよりも僅かに高くなったが、これらの差は統計的に有意でなかった(第4表)。以上の結果から、ASP放牧時において

も、他の放牧季節と同程度かあるいはそれ以上の採食量が見込めることが明らかとなり、この時期にDGが高く出る原因の一つを採食量の増加と結び付けて差し支えないと判断した。

2. 放牧地を構成する草種（草型）の違いが放牧牛の増体に及ぼす影響

放牧地本来の低草高—高密度群落を作り易い草種であるほふく型草種の代表としてレッドトップ（以下RTと略す）を取り上げ、わが国で最も広く利用されている叢状型草種であるORを対照区として、1年目と2年目で放牧管理の集約度を変えて、ほふく型草地の家畜生産力と牧養力を検討した。集約的な放牧管理条件を想定した1年目の放牧期間中のDGはRT区（0.90kg）がOR区（0.74kg）よりも有意に（ $P < 0.01$ ）高くなったが、その主原因は秋にあり、それは放牧牛の栄養摂取量の面からもある程度裏付けられた（第5表）。一方、機械利用が困難で粗放的な放牧管理を要求される山地傾斜地での放牧を想定した利用2年目の放牧期間中のDGでも、RT区（1.02kg）がOR区（0.82kg）よりも有意に高く（ $P < 0.05$ ）、また、年間牧養力でもRT区がOR区よりも高くなった（第6表）。以上の結果から、放牧管理の集約度の如何を問わず、RT草地の家畜生産性はOR草地のそれよりもかなり高いことが実証され、放牧草地の基幹草種として、ほふく型草種の有利性が明確になった。

3. 乳用種去勢牛を用いた放牧肥育方式の模索

1) 濃厚飼料を全く使わない3シーズン放牧肥育方式の北東北における可能性を、秋生まれのホルスタイン種去勢牛7頭を用いて検討した。放牧シーズン中のDGは、1、2、3シーズン目が、それぞれ、0.69、0.81、0.89kgと、放牧経験年数の増加とともに上昇した。最終体重は38ヶ月齢で7頭中5頭が700kgを超えた。放牧シーズン中の増体量の61~82%は春とASP放牧で得られた（第3図）。放牧のために必要なエネルギー消費量は春とASP放牧時に少なくなる傾向が認められたが、年間を通してみると各年次とも舍飼時の130%台で一定していた（第7表）。枝肉格付けは7頭中2頭が「中」、他は「並」であった。

2) 放牧地を構成する草種（草型）の違いが放牧による牛肉生産の効率に及ぼす影響を明らかにするため、春生まれのホルスタイン種去勢牛を、RTとORの単播草地に4頭ずつ割り当て、2シーズン放牧して仕上げた。1、2シーズン目の放牧期間中のDGは、RT群が0.92kgと1.02kg、OR群が0.76kgと0.82kgで、草種間（ $P < 0.01$ ）、放牧シーズン間（ $P < 0.05$ ）に有意差が存在した（第4図）。RT群（672kg）とOR群（608kg）の最終体重には統計的に有意な草種間差が認められた（ $P < 0.01$ ）。枝肉格付けは8頭とも「並」であった。

3) 以上の結果から、北東北においても、濃厚飼料無給与の3シーズン放牧による牛肉生産の技術的可能性は十分に認められると結論した。また、肉牛用草地としては従来から一般的であるORなどの叢状型草種を中心とした草地を用いるよりも、ほふく型草種を主体に構成された放牧地を用いる方が牛肉生産の効率は高いと判断した。

4. 黒毛和種繁殖牛の周年放牧による肥育用素牛の低コスト生産技術の開発

肥育用素牛の低コスト生産技術を実証的に開発するために想定した技術体系の骨子は以下の通りである。5牧区に区分した四国農試内のトールフェスクあるいはOR主体の傾斜放牧地8.32haと47aのバドックを利用して、黒毛和種繁殖牛約24頭を周年放牧に準じた方式で屋外飼養した。すなわち、12月から9月の期間は輪換放牧を行い、冬季放牧用草地の備蓄期間に相当する10~11月の禁牧期間には春~夏の放牧余剰草を用いて調製した乾草をバドックで給与した(第5図)。つまり、繁殖牛には年間を通して濃厚飼料を全く給与しなかった。人工授精を原則としたが、山地傾斜地での発情牛の捕獲作業の困難性を考慮し、バドック収容時に限って種付を行う季節繁殖を採用したため、分娩は7~8月となった。販売子牛に市場適応性を付与するため、約3ヶ月で早期離乳し、親子分離後、屋内で乾草と育成用配合飼料を主体に飼養し、ほぼ9ヶ月齢で出荷するシステムを追求した。

1) 体系がほぼ完成した1988~1990年の3年間の牧養力は950カウデー/haを超える高水準を維持し、その間の牛の採食量も体重比1.91~2.20%と妥当な範囲にあった。春・夏の放牧余剰草で調製した乾草生産量は繁殖牛に対するバドックでの乾草給与量(分娩時における牛舎での給与量を含む)を各年とも上回り、購入飼料を一切給与しないで黒毛和種繁殖牛を周年飼養できることを実証した。結果的に、周年放牧に必要な繁殖牛1頭当たりの草地面積は33~35aとなった。(第8表)

2) 分娩看護を容易にするため分娩時のみ繁殖牛を牛舎に収容して、緊ぎ式分娩房で分娩させたが、1986~1990年の夏季分娩時(92例)における事故は皆無であった。体系がほぼ整ってきた後半3年間の子牛生産率は96~100%という高水準に達した(第8表)。

3) 2週間ごとの体重の推移を追跡した結果、牡牛は1年間を1サイクルとして完全に前回分娩時の体重にまで回復し、若牛も毎年分娩を繰り返しながら産次を重ねるごとに体重を増加させていることが分かった(第6図)。この事実から夏季季節分娩を基本とする濃厚飼料無給与の準周年放牧体系で繁殖牛を飼養することの栄養管理的な妥当性を確認できた。

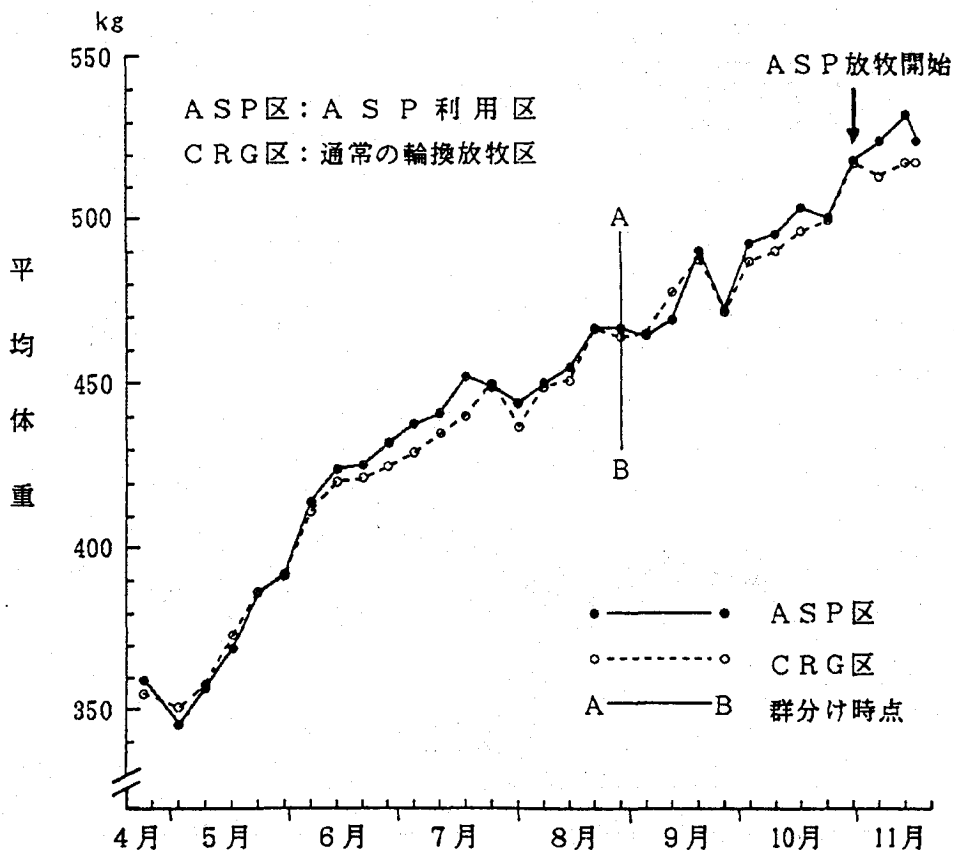
4) 子牛の市場出荷を前提とした早期離乳・舎飼育成方式の妥当性を後半3年間の成績から検討した。年次別の平均生時体重は、雄が28.4~33.8kg、雌が26.3~28.6kgで、1990年の雄の生時体重が特に重かった(第8表)。親子放牧哺乳期間中の子牛のDGは、雄が0.59→0.67→0.70kg、雌が0.60→0.61→0.71kgと年次の進行とともに増加した。離乳後舎飼育成期間中のDGは、雄が0.71→0.84→0.87kg、雌が0.60→0.72→0.77kgと後半2年間の成績が飛躍的に高まった(第9表)。この理由は、1989年以降、育成配合飼料の最高給与日量を倍増させたことと、離乳時期を約半月早めたことによると判断した。平均荷時体重では、去勢牛が204→237→260kg、雌牛が181→206→245kgと体系の完成度とともに上昇した。以上の結果

から、夏生まれ子牛を3~4カ月齢で早期離乳して畜舎に収容し濃厚飼料を多給する方式は子牛市場での放牧子牛の買いたたきを回避する有効な方法であると結論した。

5) この体系がほぼ固まった後半3年間に生まれた子牛についてコスト計算を行った。その結果、肥育用素牛1頭当たりの第1次生産費と第2次生産費は畜産物生産費調査全国平均値の、それぞれ、46~50%、51~54%という低コスト生産を実現できたが、その最大の原因は全国比14~17%という作業労働時間の大幅な短縮によるものであった(第7図、第8表)。

5. 総括

ASP(晩秋用放牧地)利用による放牧期間の延長と放牧地を構成する草種問題を基盤技術とする放牧肥育の可能性の追求と、放牧期間の延長技術をさらに周年放牧にまで押し進めて肥育用素牛の低コスト生産技術を確立しようという視点から、本研究の全体構成とその成果を示したのが第8図である。この一連の研究を通して、放牧の持つ潜在的な家畜生産力は十分に高いことを実証できた。



第1図 限られた放牧地面積の中でASPを採用することの是非
(放牧牛の平均体重の推移、両区とも4頭平均)

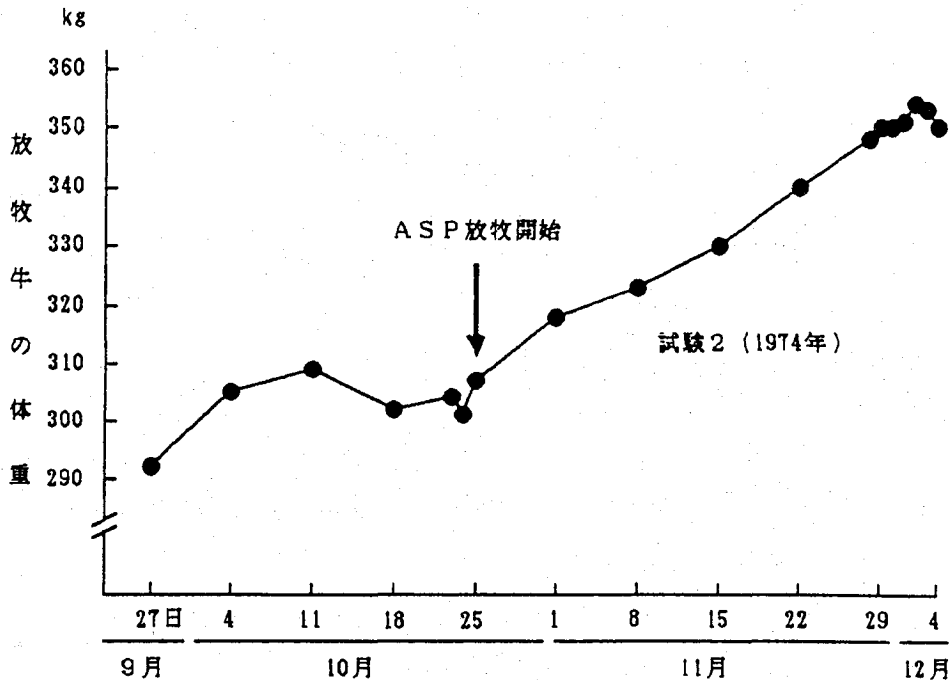
第1表 牧養力の比較 (1975年)

表示方法区分	CRG区	ASP区
増体量 (kg/ha)	350	378
カウデー (CD/ha)	421	423
草地生産単位 (GPU/ha)	953	947
(内訳) 増体	370	378
維持	421	423
乾草	121	146
青刈	41	0
ストックングレート (頭/ha)	2.3	2.3
延放牧頭数 (頭/ha)	473	473

第2表 放牧季節と日増体量の要約 (kg)

	春	夏	秋	ASP期
試験1 (1973)	0.61 a	0.27 b	0.44 ab	1.13 c
試験2 (1974)	0.79 a	0.37 b	0.48 b	1.20 c
試験4 (1976)	1.40 a	0.56 b	0.00 c	1.20 a

注. 各年度の試験において, 同じアルファベットを含まない平均値間には有意差 ($P < 0.05$) がある。



第2図 ASP放牧期間中の放牧牛の体重変化 (8頭平均)

第3表 放牧牛の飼料要求率と1kg増体に要したTDN量

	試験区分	放 牧 季 節			
		春	夏	秋	ASP期
飼 料 要 求 率(kg)	試験1	16.76	40.03	25.91	15.62
	試験2	7.62	22.06	15.07	9.04
	試験4	9.55	26.92	---	15.65
1kg増体に要したTDN量(kg)	試験1	11.44	25.02	18.81	10.77
	試験2	5.24	14.07	11.11	6.09
	試験4	7.07	18.06	---	10.80

第4表 放牧季節別の採食量(体重当たりの乾物摂取割合:%)

調査年度	調査法	春	夏	秋	ASP期
1973年(試験1)	前後差法 ¹⁾	2.45	2.39	2.38	3.53
1974年(試験2)		2.63	3.03	2.45	3.27
1976年(試験4)		2.34	2.39	2.15	2.73
1976年(試験4)	併用法 ²⁾	1.89	1.84	2.09	1.88

注. 1) 刈り取り法によって求めた採食量

2) 酸化クロムと *in vitro* 乾物消化率によって求めた採食量

第5表 レッドトップ草地とオーチャードグラス草地の増体量比較(集約的放牧管理)

(1978年度放牧試験)	OR区 注.1)	RT区 注.1)	区間有意性
日増体量(kg, $\bar{x} \pm S.D.$)			注.2)
全放牧期間(4.21-11.1)	0.74 \pm 0.073	0.90 \pm 0.056	P<0.01
季節区分			
春(4.21-6.29)	1.10 \pm 0.170	1.19 \pm 0.165	NS
夏(6.30-8.31)	0.45 \pm 0.051	0.52 \pm 0.251	NS
秋(9.1-11.1)	0.64 \pm 0.096	0.96 \pm 0.240	P<0.05
放牧牛の1日1頭当たりTDN 摂取量(注.3)	kg % %	kg % %	
春(4.21-6.29)	5.67 (110) [100]	5.44 (101) [96]	
夏(6.30-8.31)	6.51 (150) [100]	7.05 (155) [108]	
秋(9.1-11.1)	6.87 (134) [100]	8.10 (131) [118]	

注. 1) OR:オーチャードグラス, RT:レッドトップ

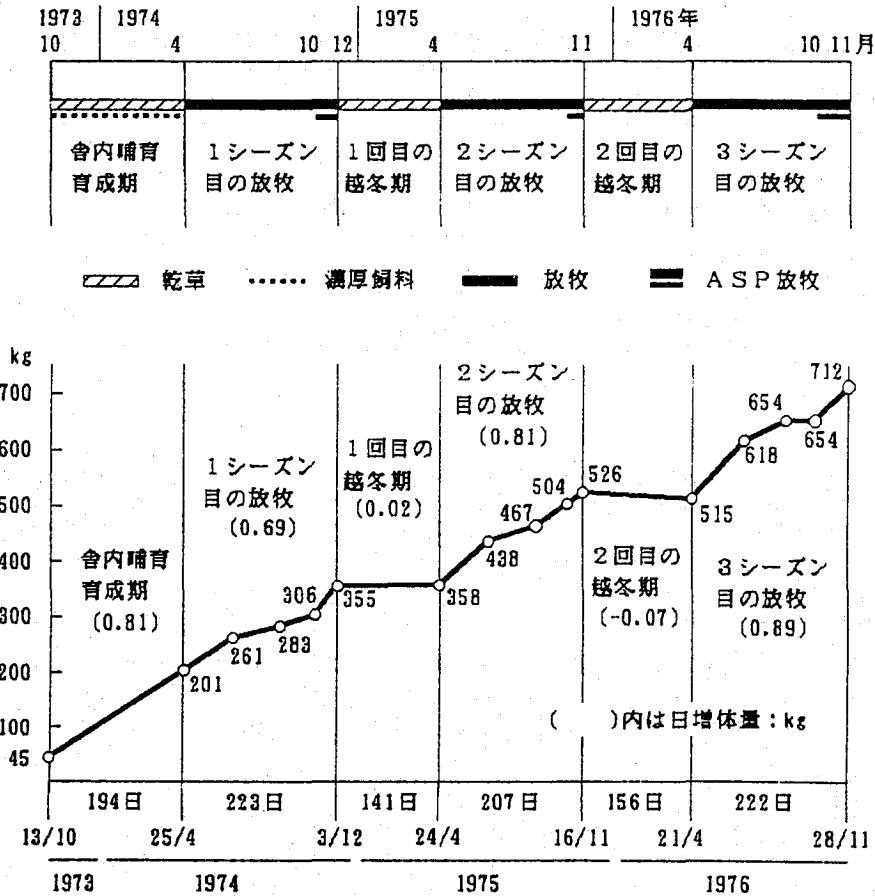
2) 有意性の検定:対応関係のあるt検定

3) ():日本飼養標準対比, []:実数の区間対比

第6表 レッドトップ草地とオーチャードグラス草地の増体量比較（粗放的放牧管理）

(1979年度放牧試験)	OR区 注.1)	RT区 注.1)	区間有意性
家畜生産量 (kg, $\bar{x} \pm S.D.$)			注.2)・
放牧開始時体重	452±32.6	478±9.3	NS
放牧終了時体重	608±31.9	672±10.8	P<0.05
日増体量	0.82±0.105	1.02±0.042	P<0.05
年間牧養力 (ha当たり)			
増体量 (kg)	340	422	
カウデー (CD)	442	486	
草地生産単位 (GPU)	782	908	

注. 1) OR:オーチャードグラス, RT:レッドトップ
 2) 放牧開始時体重, 終了時体重:分散分析, 平均日増体量:共分散分析

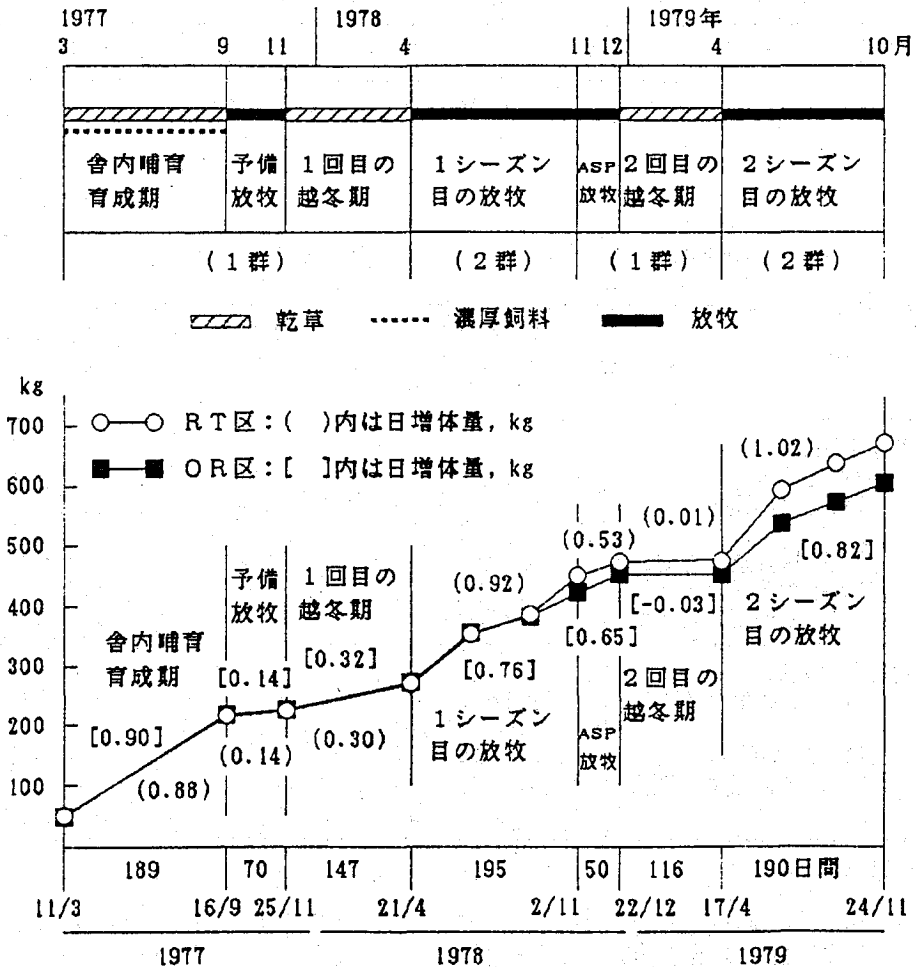


第3図 ASPを最大限に利用した3シーズン放牧肥育方式におけるホルスタイン種去勢牛の发育経過（7頭平均）

第7表 ASPを最大限に利用した3シーズン放牧肥育方式における
1日1頭当たりTDN摂取量(kg)

	春	夏	秋	ASP期	全期
1974	4.16 (111)	5.22 (150)	5.35 (138)	7.29 (121)	5.28 (131)
1975	7.59 (117)	7.07 (134)	9.26 (146)	11.71 (160)	8.28 (137)
1976	9.90 (100)	10.16 (144)	10.49 (-)	12.92 (126)	10.73 (133)

注. ()内は日本飼養標準(肉用牛:1975年版)を100とした時の比率(%)。



第4図 ほふく型草種を利用した2シーズン放牧肥育方式における
ホルスタイン種去勢牛の発育経過(各区とも4頭平均)
RT: レッドトップ; ほふく型草種(試験区)
OR: オーチャードグラス; 叢状型草種(対照区)

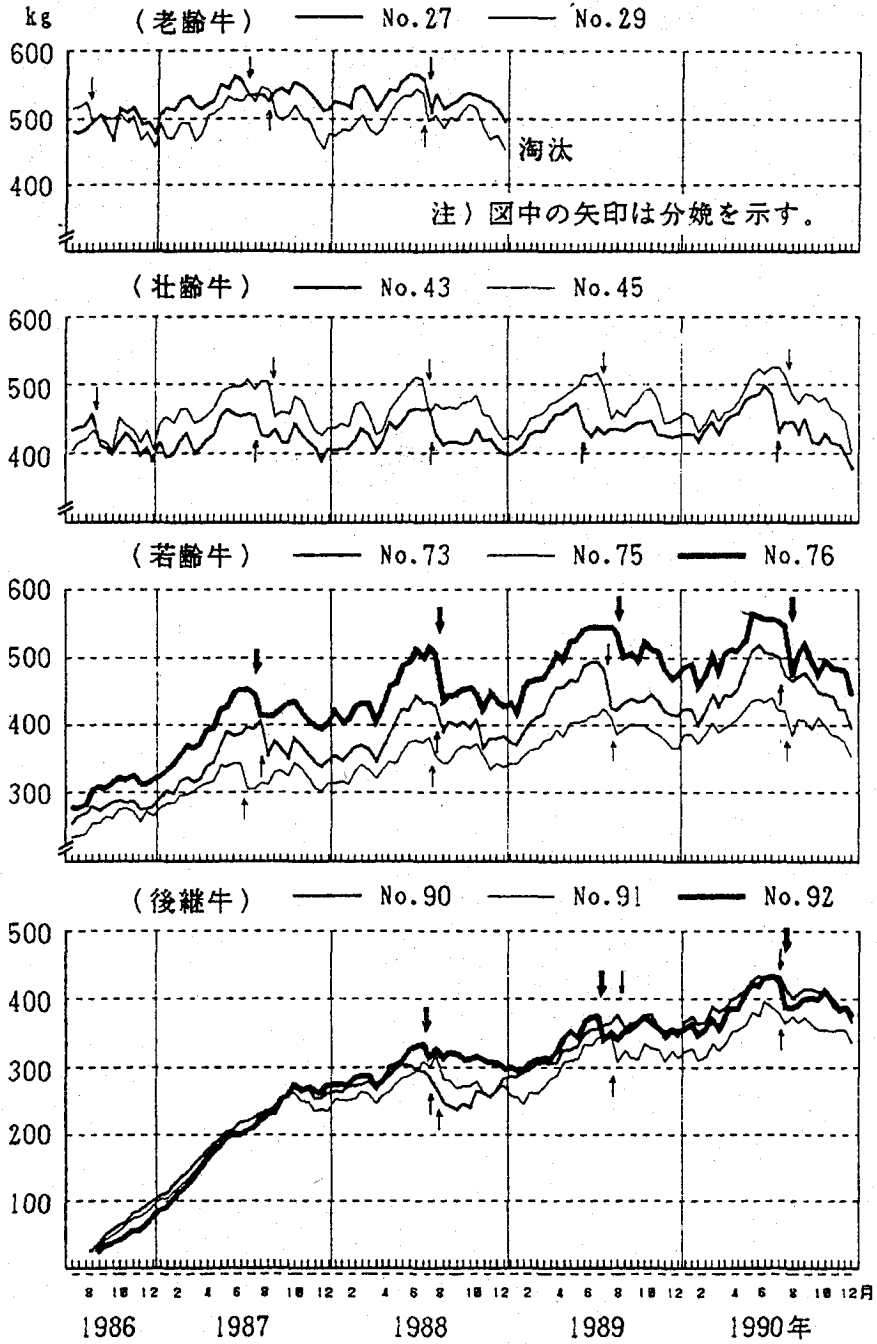
	牧 草 地					野草地
	牧区1 (1.49ha)	牧区2 (1.50ha)	牧区3 (1.50ha)	牧区4 (2.14ha)	牧区5 (1.69ha)	パドック (0.47ha)
3月中旬～	放 牧					休 牧
4～5月	放 牧		乾草生産		休 牧	
6～7月	放 牧		乾草生産	放 牧	休 牧	
8～9月	放 牧					休 牧
10～11月	冬季放牧用として備蓄(禁牧)					乾草給与
12～3月	冬 季 放 牧					休 牧

第5図 周年放牧用草地の利用計画(概念図)

第8表 黒毛和種繁殖牛の周年放牧による肥育用素牛の生産実績

項 目	1988年度 <1987.11.26～ 1988.11.28>	1989年度 <1988.11.29～ 1989.11.27>	1990年度 <1989.11.28～ 1990.11.25>
〔繁殖牛関係〕			
放牧地面積	8.32ha	8.32ha	8.32ha
放牧(分娩)頭数	24(24)頭	24(23)頭	25(25)頭
牧養力(カヘー)	986CD/ha	964CD/ha	967CD/ha
放牧時採食量(体重比)	2.20%	2.14%	1.91%
乾草生産量(水分15%)	16,763kg	16,492kg	12,842kg
内パドックでの給与量	14,925kg	13,761kg	12,703kg
〔生産子牛関係〕			
平均生時体重(頭数)	♂ 28.4kg (14頭) ♀ 28.6kg (10頭)	♂ 29.3kg (12頭) ♀ 26.3kg (11頭)	♂ 33.8kg (17頭) ♀ 28.2kg (8頭)
育成終了時頭数	24頭	23頭	24頭
育成終了時体重(日齢)	♂ 204kg (265日) ♀ 181kg (252日)	♂ 237kg (268日) ♀ 206kg (260日)	♂ 260kg (276日) ♀ 245kg (287日)
〔生産コスト関係〕			
<子牛1頭当たり>			
第1次生産費(全国比)	168千円 (46.8%)	163千円 (45.8%)	182千円 (50.5%)
第2次生産費(全国比)	215千円 (51.3%)	212千円 (50.8%)	229千円 (54.2%)
作業労働時間(全国比)	20時間 (13.7%)	22時間 (16.3%)	22時間 (16.8%)

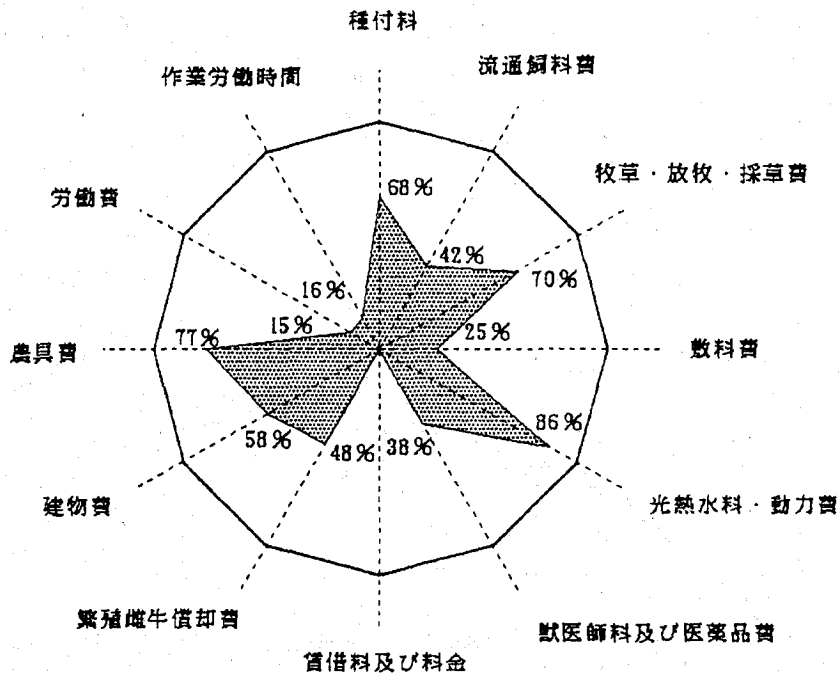
注. 1) 1990年生まれのNo.163(♀)は、尿閉により死亡した(1991.9.12)。
2) 分娩時における牛舎での乾草給与量はパドックでの乾草給与量に含めた。



第6図 周年放牧で飼養した繁殖雌牛の体重変動

第9表 夏生まれ子牛の育成成績

子牛 生産 年度	性別 頭数	離乳時		舎飼育成終了時		日増体量(kg)	
		日齡(日)	体重(kg)	日齡(日)	体重(kg)	離乳前	舎飼期
1988	♂14	117	98	265	204	0.59	0.71
	♀10	104	92	252	181	0.60	0.60
1989	♂12	99	95	268	237	0.67	0.84
	♀11	91	84	260	206	0.61	0.72
1990	♂17	87	95	276	260	0.70	0.87
	♀7	98	99	287	245	0.71	0.77



第7図 肥育用素牛の生産費

正12角形は1989年度の全国平均値(100%)を示す。
 第1次,第2次生産費は,全国平均値の,それぞれ,46%と51%。

(社会的背景)

牛肉輸入自由化	中山間農業活性化 (高齢化, 女性化)	環境保全・国土利活用 (耕作放棄, 草地改廃)	道路などアクセス 手段の未整備
---------	------------------------	----------------------------	--------------------

(社会的要請)

山地傾斜地の畜産的利用(放牧主体)

(技術的問題点)

放牧の低生産性と放牧技術の未熟

(研究問題の所在)

放牧の持つ潜在的な家畜生産力の解明および向上対策

(研究成果)

ASP利用による放牧期間の延長技術

- ①ASP放牧の高い増体効果(日増体量: 1.13~1.20kg)
- ②ASP放牧時の加速度的な週間日増体量の上昇
(1.96→0.61→1.09→1.36→1.48kg)
- ③他の放牧季節と比較したASP放牧時の採食量の増加

(研究成果)

ほふく型草種の放牧利用

放牧草地の家畜生産力

- ①集約的放牧管理: RT草地 > OR草地
- ②粗放的放牧管理: RT草地 > OR草地
(RT=レッドトップ, OR=オーチャートグラス)

(研究成果)

黒毛和種繁殖牛の周年放牧による肥育用素牛の低コスト生産技術の確立

- ①周年放牧に必要な繁殖牛1頭当たりの草地面積: 33a
- ②濃厚飼料無給与の周年放牧で1年1産を實現
- ③夏季分娩の安全性確認
- ④周年放牧繁殖牛<経産牛>の栄養状態: 良好
- ⑤早期離乳後の屋内育成で肥育用素牛に市場性付与
- ⑥肥育用素牛の生産コスト: 全国平均値の1/2を達成

(研究成果)

ホルスタイン種去勢牛を用いた放牧肥育の可能性

- ①放牧期間中の日増体量: 1kg以上
(濃厚飼料無給与の輪換放牧)
- ②枝肉等級: 「並」~「中」

(成果の利活用)

放牧による肉用牛生産方式の効率向上

第8図 「放牧による肉用牛生産方式の効率向上に関する実証的研究」の全体構成および成果の総括

審査結果の要旨

放牧は最も経済的な草地の利用方法であるとされているが、わが国には放牧の伝統や技術が乏しかったため、牧養力向上のための効果的事例はほとんどなかった。著者はまず、ASP（晩秋用放牧地）の利用による放牧期間の延長について検討し、ASPは放牧期間の延長に効果的であるばかりでなく、放牧牛の増体にも好ましい結果をもたらし、春に匹敵する日増体重を示すことを明らかにした。さらに、これらの効果はASPでの放牧期間が長ければ長いほど大きくなることを明らかにした。つぎに、放牧地を構成する牧草について、ほふく型草種と叢状型草種とを比較検討し、それぞれの家畜生産力と牧養力については、放牧地管理の集約度に関係なく、ほふく型草種の有利性が高いことを実証した。

以上の成果を基本として、濃厚飼料を全く利用しない乳用種去勢牛の放牧肥育方式について検討し、3シーズン放牧の38カ月齢で平均700kg以上の体重までに肥育し得ることを実証した。この増体重の大部分は春季とASP放牧によって得られたものであった。さらに叢状型草種とほふく型草種とを供試した2シーズン放牧肥育の試験では、ほふく型草種で構成された放牧地が牛肉生産の効率が高いことを実証した。つぎに黒毛和種繁殖牛の周年放牧による肥育用素牛の低コスト生産技術の開発について検討し、実際の規模で濃厚飼料無給与で黒毛和種繁殖牛を周年飼養し、子牛生産率ほぼ100パーセントを達成しつつ牧養力もha当たり950カウデー以上を保ち得ることを実証した。これらの成果は、放牧飼養の持つ家畜生産力を明らかにしたのみならず、草地からの肉用牛生産方式の効率向上に寄与するところが大きく、審査員一同は著者に博士（農学）の学位を授与するに値すると判定した。