

畑地型酪農経営における集約放牧技術の導入条件

鵜川 洋樹

はじめに—目的と方法—

「加工原料乳生産者補給金等暫定措置法」（不足払い制度）が施行された1966年以降、1990年代まで北海道酪農は、その生産力を急速に高めてきた。その展開を可能にしてきた大きな要因の1つに、「高乳価・低飼料価格」条件があった。その交易条件（＝乳価÷配合飼料価格）は、1987年をピークに、それまでの右肩上がりから変動局面へ移行し、これまでの生産力増大要因の1つが失われた。2001年度からは不足払い制度が廃止され、新しい乳価制度に移行する。2001年度に支払われる「新補給金」単価や経営安定対策で適用される「基準取引価格」は、2000年度と同額（それぞれ10.3円/kg, 61.83円/kg）に決定されたが、今後の乳業メーカーとの交渉結果によっては、乳価の低落も予想される。

こうした経営環境の変化のなかで、今後の北海道酪農の発展方向は、次の二つに大別できる¹⁾。一つは、フリーストール牛舎・ミルクパラー施設化に代表される企業的な経営展開であり、一層の規模拡大で低コスト化を目指し、乳価低落時に薄利多売で経営を維持、発展させる方向である。ここでは、雇用労働力の活用や休日確保、経営継承などに利点があるが、濃厚飼料価格の変動や外部委託など経営外から影響される度合いが一層高まることになる。

もう一つは、家族経営を基盤に、規模拡大ではなく経営費用を抑え、所得率を高める方向である。現時点における酪農経営のなかでは、主たる施設投資を1970年代に行った30～50ha程度規模の経営の収益性が最も高く²⁾、その生産方式は個別完結性が高く、

土地利用型酪農技術としての矛盾も小さいことから、行政的にみても、生乳生産コストでも、最も安上がりである。酪農地帯に分厚く存在する、このような「70年代形成」型経営を今後いかに維持、発展させてゆくかが、北海道酪農の展望にとって最も重要な課題であると考えられる。その場合、「70年代形成」型経営から企業的な経営へ発展するケースも少なくないが、多くは家族経営を基盤とする経営発展が中心になると考えられる。

家族経営を基盤としながら、規模拡大を前提としない経営発展を進めるためには、経営費用を節減し、所得率を高める方策が必要である。経営費用の節減は、一連の酪農生産技術を構成する個別技術の見直しによってもある程度可能であるが、経営の発展方向としてこれを実現するには、土地利用型酪農への転換（回帰）が最も合理的である¹⁾。これを一挙に進める革新的な技術として集約放牧がある。搾乳牛の集約放牧は、放牧草を高栄養な短草で利用することを中核的な内容とし、そのために牧区を適正面積に小区分して、毎日輪換したり、スプリングフラッシュ時には兼用利用したりする技術である^{6) 8)}。輪換放牧自体は古くから行われている技術であるが、放牧草に依存しながら年間乳量8,000kg程度までの搾乳牛を飼養することに、この技術の革新性がある。このような集約放牧は、高栄養の自給飼料に依存した生産方式であることから、購入濃厚飼料をはじめとする経営費用の節減を可能にし、所得率の向上に結びつくことが期待されるとともに、飼料自給率の向上、とりわけ蛋白質の自給率向上に寄与できる。

北海道における搾乳牛の集約放牧技術は、北海道

平成12年12月12日原稿受理

総合研究部動向解析研究室

¹⁾ 「食料・農業・農村基本法」で目標とされている食料自給率の向上のために、乳価政策においても、1999年から土地利用型酪農推進事業（横積み2円対策）が組み込まれている。

農業試験場や北海道立根釧農業試験場などで技術開発が進められ^{†1}、既に普及技術として一定程度完成されている。先進的な経営ではこの技術を導入することによって、酪農生産方式を転換し、大きな経営成果を上げている^{†2}。しかし、その普及は、着実に広がっているとはいえ、地域においては点的な存在に留まり、一層の普及のために、体系化のための技術開発や酪農経営においてこの技術が導入されるための条件の解明が課題になっている。

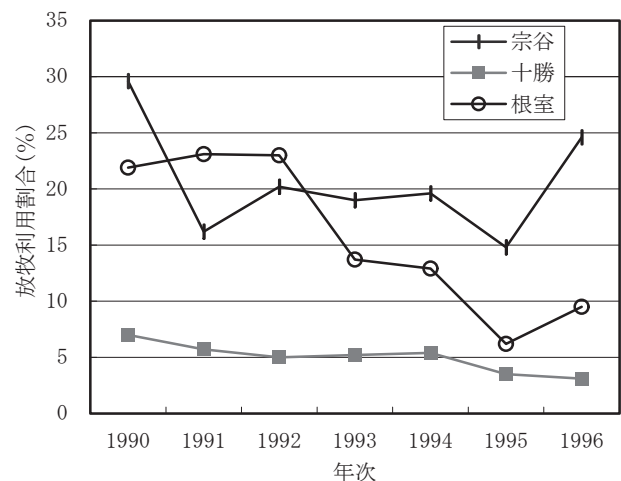
本稿では、酪農経営に集約放牧技術が導入されるための条件を明らかにし、普及技術としての体系化のための開発目標を提示することを目的とする。そのために、はじめに北海道の草地型酪農と畑地型酪農における集約放牧技術の位置づけの違いを明らかにしたうえで、事例牧場として畑地型酪農経営を取り上げ、そこでの集約放牧技術の導入と効果を検討する。次いで、事例牧場の技術係数などに基づき、畑地型酪農経営の計画モデルを線形計画法に依拠して構築し、このモデルを用いて集約放牧技術が導入されるために必要な経営的な条件(放牧草単収など)を明らかにする。

集約放牧技術に関する既往の経営・経済的研究としては、樋口³⁾、前川^{4) 5)}、荒木²⁾、須藤⁹⁾、安達¹⁾がある。このなかで、樋口³⁾以外は集約放牧技術の経営的效果を明らかにした論考である。前川^{4) 5)}は、北海道立根釧農業試験場が開発した技術と現地試験農家の実績に基づく、根釧地域を対象にした計画モデルを構築し、慣行放牧・通年舎飼と集約放牧を比較することにより、集約放牧技術の経営的評価を行っている。また、荒木²⁾、須藤⁹⁾、安達¹⁾は、いずれも十勝地域で集約放牧技術を導入している先進的経営の実態調査に基づき、その経営的效果を考察している。他方、樋口³⁾は十勝地域で集約放牧技術

を導入している経営の実績に基づき計画モデルを構築し、乳価低落の影響をフリーストール牛舎・ミルクングパーラ導入経営との比較により考察している。したがって、既往の研究では、計画モデルや実態調査に基づき、集約放牧技術が導入された後の経営的効果などは明らかにされているが、集約放牧技術が導入されるための経営的な条件については検討されていない。

I. 北海道酪農における集約放牧

北海道酪農は、十勝・網走にみられる畑地型酪農と宗谷・根釧にみられる草地型酪農に大別することができ、それぞれの地帯によって放牧の位置づけが大きく異なる。つまり、畑地型酪農地帯では、放牧を実施している酪農家の割合は低く、実施している場合でも育成牛や乾乳牛が対象にされることが多い。他方、草地型酪農地帯では、多くの酪農家で搾乳牛の放牧が一般的にみられる。それは、牧草生産量に占める放牧利用割合の違いにみることができ(第1図)、宗谷・根室では1990年に22%、30%と高いの



第1図 牧草生産量に占める放牧利用割合
資料) 北海道農政部酪農畜産課調べ

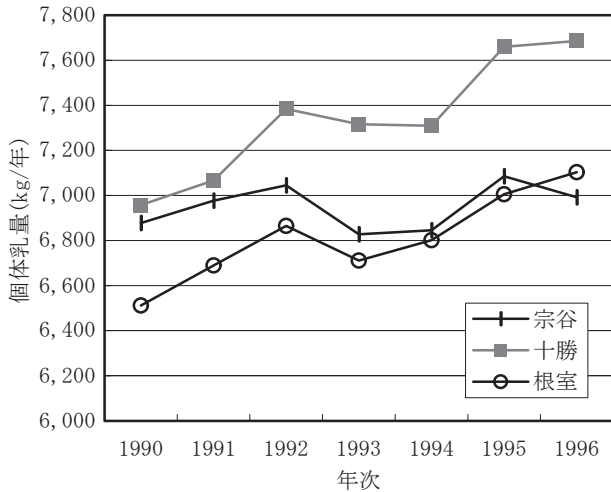
に対し、十勝は7%に過ぎない。その後、この割合は程度の違いはあれどどの地帯においても減少傾向を示すが、1996年になって根室と宗谷では増加に転じている。このような放牧利用の減少要因は、飼料の年間平衡給与技術などによる高泌乳化の妨げになるためとされ、それはこの間の相反する個体乳量^{†3}の増加基調で確認できる(第2図)。

次に、集約放牧技術の位置づけが異なると想定さ

^{†1}例えば、プロジェクト研究「多様な自給飼料基盤を基軸とした次世代乳肉生産技術の開発」(1998~2003年)では、「放牧搾乳牛の適正栄養補給技術」に関する課題が実施されている。なお、本稿は同プロジェクト研究で分担した課題「集約放牧技術の経営的評価ならびに展開条件の解明」のなかで実施したものである。

^{†2}天北地域にはこの技術の中核とする生産方式により経営転換を実現し、平成11年度農林水産祭で「天皇杯」を受賞した酪農家もいる。

^{†3}経産牛1頭あたり年間出荷乳量。以下も同じ。



第2図 個体乳量 (経産牛) の推移

注) 経産牛1頭あたり年間出荷乳量, 以下の図表でも同じ
資料) 北海道農林水産統計年報

れた十勝及び根室地域における酪農生産方式の実態を経営構造の視点から検討するために、両地域において既に集約放牧を導入している農家で聞き取り調査を行い、集約放牧を導入していない農家と比較した。なお、十勝地域における調査農家は、先進的な集約放牧導入農家を選定し、非導入農家は農業条件の類似した同じ集落内の通年舎飼農家を選定した。根室地域の調査農家は、集約放牧を実施している農家の選定を農協に依頼して選定した。

十勝地域で集約放牧を導入している経営は、非導

入経営に比べ、経営規模が小さいが(労働力数が少ない、牧草地の割合が高い、飼養頭数が少ない)、乳飼比が低く、飼料効果が高く、1日当たり飼養管理時間が少ないなどの特徴がみられる(第1表)。集約放牧技術の導入効果としては、病気減少、飼料費・肥料費減少、乳牛償却損減少、などによりゆとりが生まれるとともに所得も増加したとされる。その収益構造をみると、導入経営は経営収支の金額規模は小さいが、飼料生産や飼養管理において経費が節減され、高い所得率を実現されている。また、所得額においては非導入経営の方が高いが、面積1haあたりや経産牛1頭あたり所得では差がなく、労働力1人あたりでは導入経営の方が高く省力的であることを示している。集約放牧導入経営は経費節約志向が強く、そのためであれば個体乳量や出荷乳量の減少といった経営規模の縮小も厭わないほどであり、農業に対する意識において、規模拡大を志向する経営者とは一線を画する¹⁰⁾。

根室地域で集約放牧を導入している経営は、対照区の農家に比べ、労働力、土地面積、乳用牛頭数には、大きな違いはないが、後継者が未定、農地の団地数が少ない、放牧地が多く、採草地が少ない、公共牧場利用頭数が多い、育成牛比率が低い、濃厚飼料の給与量が少ない、飼養管理労働時間も少ないが、個体乳量は同程度である(第1表)。そのため、乳飼

第1表 集約放牧導入農家の経営特性(1995・1997)

区分	市町村	農家	労働力	農地面積	放牧+兼用地	経産牛頭数	個体乳量	飼料効果	乳飼比	農業収入	農業支出	農業所得	同左	所得率
			人	ha	ha	頭	kg	%	千円	千円	千円	1人あたり	%	
放牧	忠類	①	2.1	50.0	22.0	47	8,765	4.0	16.8	33,878	25,050	14,678	6,990	50.4
非放牧	忠類	②	3.5	54.4	0.0	60	8,293	1.8	31.8	49,901	30,056	20,701	5,914	46.9
放牧	清水	③	3.0	47.0	21.0	51	8,774	3.5	20.6	38,440	29,396	16,333	5,444	46.0
非放牧	清水	④	3.6	63.0	9.0	105	9,307	2.6	29.5	80,900	70,349	18,491	5,136	24.0
放牧	中標津	⑤	2.0	44.0	30.0	33	7,500	3.7	20.9	19,289	11,902	7,388	3,694	38.3
放牧	中標津	⑥	2.0	68.0	25.0	55	7,500	3.3	25.7	36,028	25,944	10,084	5,547	30.7
放牧	中標津	⑦	2.0	47.0	20.0	51	8,204	3.7	27.9	36,862	29,617	7,245	3,456	21.1
対照区	中標津		2.5	54.9	12.6	57	7,667	3.1	29.4	36,342	29,144	7,198	3,404	21.8

注1) ①～④農家は1995年。但し、経営収支は94・95年平均値で、農業支出に自家労賃、農業所得に減価償却費を含む。⑤～⑦農家は1997年数値。
注2) 対照区は計根別農協管内農家6戸の平均値、但し経営収支は200戸の平均値。

第2表 集約放牧導入農家の放牧方式(1995・1997)

農家	経産牛あたり面積		放牧地団地数	牧区数	牧区面積	滞牧日数	放牧時間	放牧頭数	掃除刈り
	放牧専用	兼用地							
	ha	ha			ha	日	hr	頭	
①	0.28	0.19	1.0	22	1.0	1	昼夜	47	あり
③	0.35	0.07	1	22	1.0	1	昼夜	51	あり
⑤	0.61	0.30	1.0	15	2.0	1～3	昼夜	28	あり
⑥	0.18	0.27	1.0	不定	1.0	1	3	47	あり
⑦	0.00	0.39	1.0	不定	0.3	1	5	48	あり
対照区	0.09	0.13	2.6	4.6	4.7	2	2.5	53	—

注) 農家番号は第1表と同じ

比は低く、飼料効果は高い、などの特徴がみられる。対照区の農家でも5戸で搾乳牛放牧が行われているが、それらに較べても、導入農家では、放牧地面積が大きい、経産牛当たり面積が大きい、団地数が少ない、牧区数が多い、牧区あたり面積が小さい、滞牧日数が少ない、放牧時間が長いなど、集約的な放牧利用が積極的に行われている(第2表)。収益構造をみると、導入農家では、農業粗収入は同程度であるが、経営費用が少ないことから、農業所得がやや多く、所得率が高い。経産牛あたり所得と農地面積あたり所得が多い。

これらのことから、同じ集約放牧を導入した経営であっても、十勝地域と根室地域とでは、その位置づけが異なる^{†1}。つまり、通年舎飼の飼養方式が支配的な十勝地域では、集約放牧導入農家は極めて個人的な経営と位置づけることができ、自給飼料依存度の高い、省力的な生産方式で、「低費用・低収入で高所得」な収益構造を特徴としている。他方、慣行的な搾乳牛放牧が広範に残存する根室地域では、集約放牧導入農家と慣行放牧農家との違いはあまり鮮明ではない。しかし、集約放牧導入農家は経営費

用が小さく、収益性が高いことにみられるように、慣行放牧経営に較べ放牧技術水準が高く、集約放牧技術の特徴を活かした経営であると位置づけられる。

酪農経営に集約放牧が導入されるためには、牛舎周りに少なくとも10ha程度の草地が必要である。また、個体乳量を高め、1万kg牛群を目指すような経営者には不向きな技術である。このような条件を地域レベルで考えると、十勝地域よりも根室地域の方が、集約放牧技術が導入されやすい地域であるといえる^{†2}。しかし、既述のように、集約放牧を導入している経営の特徴が明確なのは十勝地域であり、先進的な集約放牧導入農家もこの地域に多い。したがって、以下では集約放牧技術の導入条件がより明確に析出できる畑地型酪農を対象に分析を進める。

II. 事例牧場における集約放牧の導入

ここで事例とした牧場は、十勝地域の畑地帯に位置する親子二世代の家族経営であり、1991年から集約放牧を始めた^{†3}。そのため1991～95年に放牧地を整備し、1995年までは土地利用構成が年々変わり、

第3表 事例牧場における土地利用の推移

	(ha)									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996～98	1999	2000	
トウモロコシ	9.0	9.2	12.5	11.5	9.0	5.5	5.7	5.7	5.7	
牧草地	36.0	35.8	34.5	35.7	38.0	39.8	41.2	44.8	47.8	
採草利用	35.3	33.0	27.3	25.4	24.0	22.6	19.6	19.6	22.6	
放牧利用*	0.7	2.8	7.2	10.3	14.0	17.2	21.6	25.2	25.2	
うち放牧専用							18.0	18.0	18.0	
その他								3.0		
計	45.0	45.0	47.0	47.2	47.0	45.3	46.9	53.5	53.5	

*兼用利用を含む

^{†1}この点は、集約放牧技術の定義が不明確なことも影響している。集約放牧技術それ自体は、高栄養の放牧草利用を目的として組み立てられるが、高栄養の度合いや放牧草への依存度は経営によって異なり、営農現場では様々な方式の「集約放牧」が存在することになる。それらを集約放牧導入農家としてひとまとめに捉えることには、やや難点が残るからである。

^{†2}この点に関連して、酪農経営への新規参入者は、離農跡地の賦存状況や地価の関係から、草地地帯への入植が多く、一般に放牧酪農への志向が強い。放牧はイメージの良さとともに初期の施設投資額が小さいという点でも、新規参入者に適合的である。

^{†3}事例牧場が集約放牧に転換した理由は、それまでの高泌乳追求に伴い、十分に土地を活かしきれず濃厚飼料多給へ傾斜してきたことへの疑問にあった。具体的には、①低品質自給粗飼料をカバーするための机上の飼料計算、②濃厚飼料・飼料添加物の給与増加、③多回給餌と労働時間の延長、④乳量の上昇と疾病の増加、⑤良質自給飼料収穫のための機械への過剰投資、⑥牛舎内の雰囲気悪化(緊張の高まり)、である。経営者は、1990年に天北地域の先進経営、1992年にニュージーランドを視察し、オーストラリアの農業コンサルタント(エリック川辺氏)が校長を務めるグラスファーミングスクール(外食産業の企業メセナ)の合宿に参加するなどして、集約放牧技術を会得した。

第4表 事例牧場における乳牛頭数と飼養管理の推移

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
経産牛頭数(頭)	46.1	49.2	54.2	55.3	54.0	52.5	56.0	58.6	53.8	54.3
出荷乳量(t)	331	390	412	414	409	400	412	396	390	410
個体乳量(kg)	7,180	7,927	7,601	7,486	7,574	7,619	7,357	6,758	7,249	7,551
分娩間隔(日)	381	368	399	381	379	386	384	398	399	388
産次数(産)						2.87	2.60	2.91	3.20	3.40
3・4月分娩率(%)	15.3	30.8	29.3	38.5	35.2	35.7	40.4	36.2	46.3	57.9

1996年以降ほぼ安定した(第3表)。この間、牧草地面積は1991年35.8haから1996年41.2haに増加したのに対し、トウモロコシ面積は同9.2haから5.7haに減少した。牧草地のなかでは、採草地面積が同33.0haから19.6haに減少し、放牧地面積は同2.8haから

21.6ha(うち放牧専用地18ha)になった。経産牛頭数は、1991年49頭から1996年56頭へわずかに増加した(第4表)。他方、同期間に個体乳量は7,927kgから7,357kgへ低下したことから、出荷乳量は、途中の増減はあるが、400t前後の水準を保っている。また、

第5表 事例牧場における収益構造の推移

科目	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
農業粗収入(千円)	38,281	38,850	36,341	41,351	44,528	37,706	35,981	40,342
牛乳代	32,050	31,826	30,659	30,373	32,427	29,410	28,114	29,945
農業経営費(千円)	29,459	29,440	25,774	26,349	30,768	22,638	23,269	29,011
飼料購入費	9,117	8,233	7,418	6,450	7,273	6,025	6,048	5,573
肥料費	2,268	2,611	1,745	1,399	2,173	1,276	1,289	2,691
診療衛生費	1,809	1,726	1,862	1,465	1,453	1,455	1,504	1,932
機械減価償却費	2,476	2,384	1,733	1,192	1,500	1,184	1,136	1,294
農業所得(千円)	8,822	9,410	10,567	15,002	13,759	15,068	12,713	10,543
乳飼比(%)	28.4	25.9	24.2	21.2	22.4	20.5	21.5	18.6
飼料費率(%)	30.9	28.0	28.8	24.5	23.6	26.6	26.0	19.2
農業所得率(%)	23.0	24.2	29.1	36.3	30.9	40.0	35.3	26.1

第6表 事例牧場における飼料生産量と労働時間の推移

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
飼料生産量(t)										
放牧利用	60		150	280	348	430	95*	134*	146*	123*
乾草	400		110	155	81	49	38*	87*	52*	59*
牧草サイレージ	1,100			525	382	513	79*	40*	96*	70*
トウモロコシサイレージ	360			500	460	310	62*	68*	54*	68*
サイレージ小計	1,460		950	1,025	842	823	141*	108*	150*	138*
飼料購入量(t/年)										
配合飼料(CP18)								42.0	32.5	62.0
配合飼料(CP16、14)								28.8	3.0	34.5
単味飼料								38.8	80.0	30.3
ビートパルプ								33.5	30.0	10.0
飼料給与量(夏期・搾乳牛1日1頭あたりkg)										
配合・単味飼料	8					8~9		9*		5.7
ビートパルプ	2			2				4*		3
コーンサイレージ	16					10		0		0
グラスサイレージ	24					0		0		0
乾草	2					0		0		0
放牧	0			?				10*		72
労働時間(h)	6,880		6,650	6,750	6,610	6,594	5,834	6,253	5,624	5,500
飼料作	1,180		760	660	696	694	631	511	609	620
成牛管理	4,595		4,930	4,840	5,166	5,463	4,725	5,243	4,743	4,209
育成牛管理	1,105		900	1,200	698	387	428	414	182	216
ふん尿処理										365
経営管理			60	50	50	50	50	85	90	90

*乾物換算

季節分娩への移行が進み、3・4月に分娩する割合は、集約放牧導入前(1990年)の15%から最近年の1999年には58%に上昇した。

事例牧場の経営者は集約放牧導入の効果を、次のように整理している。①コストの削減：購入飼料の削減、採草地の減少に伴う機械投資の抑制、肥料費などその他費用の削減、②労働時間の短縮：飼料給与の簡素化、季節繁殖に伴う冬期労働の軽減、冬期用飼料収穫面積の減少、③乳牛の疾病の減少：共済掛金の低ランク化、産次数の上昇に伴う個体販売の増加と償却処分損の減少、④ふん尿処理量の減少、⑤景観・環境の向上。

これらの効果のなかで、数値で確認できるものについてみると、はじめに①コストの削減では、購入飼料費は1992年の912万円から1999年には557万円に、同じく機械の償却費は248万円から129万円に、肥料費は227万円から129万円(1998年)に減少するなど、経営費はほとんどの費目で減少し、総計では1992年の2.9千万円から1998年の2.3千万円に減少した(第5表)^{†1}。②労働時間の短縮では、総労働時間は1990年の6,880時間から1999年の5,500時間に減少した(第6表)。そのなかでは、飼料作が1990年の1,180時間から1997年には511時間に大きく減少し、その後やや増加している。③乳牛の疾病の減少では、家畜の共済掛金を含む診療衛生費が1992年の181万円から1998年には150万円に減少し^{†2}、経産牛の平均産次数は1995年の2.87産から3.40産に増加した。その他、飼料給与に関してトウモロコシサイレージの減少、給与する配合飼料のCP(粗蛋白質)含有率の低下、メニューの単純化がある。これらの結果、農業粗収入の減少にも拘わらず、農業所得は1992年の約900万円から1995年には1,500万円に増加し、1999年には約1,054万円になっている。この間、乳飼比は28%から21%、9%に、飼料費割合も31%から25%、19%に低下し、所得率は23%から36%、26%に上昇

^{†1}購入飼料費の減少には飼料単価の低下も影響している。1999年の肥料費が増加しているのは、土壌診断に基づき土壌改良剤を大量に散布したからである。

^{†2}診療衛生費は1999年に193万円に増加しているが、これは「診療・薬品・共済掛金」以外の費用が増加したからである。

^{†3}この単体表では、集約放牧の技術的中核である高栄養放牧草利用のメリットを表出するため、必要栄養量に関する制約式を搾乳牛の4つの泌乳ステージ別に設定した。

している。

このように、事例牧場は畑地型酪農経営でありながら、集約放牧技術の導入により、個体乳量の減少を厭わず経営費用を減少させ、高い農業所得を実現していることから、以下で検討する計画モデルの対象経営としてふさわしいと考えられる。

Ⅲ. 畑地型酪農経営の計画モデル

線形計画法に基づく畑地型酪農経営の計画モデルの枠組みは樋口³⁾に依拠し、一定の労働力と農地面積・乳牛飼養頭数の条件下で、乳牛の必要栄養量を自給飼料あるいは購入飼料で賄いながら農業所得を最大にすることを目的とする単体表とした^{†3}。単体表を作成するために必要な諸係数は、事例牧場の1999年の実績に基づき以下のように設定した。なお、計画モデルでは事例牧場の飼養管理方式(繋ぎ式牛舎、パイプラインミルク搾乳)を変えない前提で検討を進める。

はじめに、農地面積の制約条件としては、総計で50.5haを上限とし、うちトウモロコシ作付面積は12.5ha、放牧専用は21.6ha、兼用地(1番草は採草利用、2番草は育成牛の放牧利用)は6.8haを上限とした(第7表)。経産牛の飼養頭数は55頭を上限とし、育成牛頭数は経産牛頭数の0.9~1.0倍の範囲に設定した。モデルの煩雑さを避けるため、搾乳牛は全頭季節繁殖を前提に、搾乳牛1頭あたりの年間乳量は

第7表 計画モデルの制約条件

	集約放牧	通年舎飼
農地面積(ha)	50.5	50.5
うちトウモロコシ	12.5	12.5
放牧専用	21.6	0
兼用利用	6.8	0
経産牛頭数(頭)	55	55
飼料給与期区分数		
育成	2	1
搾乳	4	4
乾乳	1	1

第8表 計画モデルの泌乳ステージと日乳量

期間(平均気温)	日数	日乳量(kg)
I期: 2月~5月中 (3.42℃)	110	28
II期: 5月中~8月中 (19.4℃)	80	27
III期: 8月中~10月 (13.9℃)	80	24
IV期: 11月 (0.77℃)	35	17
乾乳	60	0
年間計	365	7,755

7,755kgとし、それらの泌乳ステージを4つに区分した。第Ⅰ期は放牧開始前の舎飼期にあたり、分娩直後で日乳量28kg、第Ⅱ期は放牧前期で日乳量27kg、第Ⅲ期は放牧後期で日乳量24kg、第Ⅳ期は終牧後の舎飼期で日乳量17kgに設定した(第8表)。なお、育成牛は放牧期と舎飼期の2つに区分した。各泌乳ス

テージにおける必要栄養量と給与量の上限を第9表に示した。経産牛の養分要求量と乾物摂取量の上限は、体重600kg、乳脂肪率3.90%、乳蛋白率3.22%に基づき算出した値に安全率(放牧期15%、舎飼期10%)を乗じて設定した。なお、トウモロコシサイレージ、単味コーン、ビートパルプの日給与量の上

第9表 計画モデルにおける養分要求量と飼料給与量の上限

(kg/日・頭、%)

乳期	養分要求量		上限給与量				下限粗飼料率
	TDN	CP	乾物	コーンサイレージ ²	単味コーン	ビートパ ³ ルプ	
Ⅰ期	13.33	2.840	19.73	20	3	3	50
Ⅱ期	13.11	2.780	19.33	20	3	3	60
Ⅲ期	12.45	2.580	18.12	20	3	3	70
Ⅳ期	9.81	1.865	15.29	20	3	3	80
乾乳	6.03	1.430	11.55		3	3	90
育成	3.97	0.633	6.25				80

注1) 経産牛の体重600kg、乳脂肪率3.9%、乳蛋白率3.22%
 注2) 計画モデルでは、TDN・CP・乾物は、安全率を見込んで放牧期15%増、舎飼期10%増に設定
 注3) ただし、通年舎飼モデルにおけるⅣ期の下限粗飼料率は70%
 資料) 日本飼養標準(乳牛1999年版)、Nisso乳牛飼料&アミノ酸評価システム

第10表 計画モデルの飼料生産技術水準と購入飼料

	利用収量	DM	CP	TDN	生産費用
	(原物kg/10a)	(原物%)	(原物%)	(原物%)	(円/10a)
集約放牧(5/15~8/15)	2,283	18.0	4.68	13.32	6,642
集約放牧(8/16~10/31)	823	18.0	4.68	13.32	
牧草サイレージ ¹ (1番草)	1,847	22.0	2.86	13.42	13,791
牧草サイレージ ¹ (2番草)	399	60.0	7.80	34.80	
トウモロコシサイレージ ¹	4,750	27.0	2.43	17.55	17,737
配合(CP18)	-	87.4	18.0	76.0	37*
配合(CP14)	-	87.4	14.0	76.0	32*
単味(コーン)	-	86.6	9.3	78.9	28*
ビートパ ³ ルプ	-	86.6	10.9	64.6	25*

*購入価格(円/kg)

限をそれぞれ20kg、3kg、3kgとし、給与飼料全体に占める粗飼料(=自給飼料)の乾物割合の下限値を第Ⅰ期50%、第Ⅱ期60%、第Ⅲ期70%、第Ⅳ期80%に設定した。経産牛の乾乳期と育成牛に関する設定も第9表に示した。自給飼料生産は、牧草地の放牧利用と採草利用(牧草サイレージのみ)、トウモロコシサイレージの3種類とし、10aあたり利用収量(原物)を放牧前期2,283kg、放牧後期823kg、1番草の牧草サイレージ1,847kg、2番草の牧草サイレージ399kg、トウモロコシサイレージ4,750kgに設定した(第10表)。なお、自給飼料の養分割合は第10表に示したとおりであり、購入飼料の養分割合と購入価格も併せて示した。

次に、労働時間は1999年に実施した事例牧場における作業日誌の記帳結果(付表1)に基づき、自給飼料生産に関わる作業のある4月中旬から11月中旬までの期間の旬別に設定した(第11表)。なお、ここで転牧など搾乳牛の放牧に関わる作業は「経産牛」部門に含まれ¹⁾、「放牧地」部門には放牧地の草地管理作業などが該当する。

利益係数も事例牧場の1999年の部門別経営収支実績に基づき、第12表のように設定した。ここでの利益係数は、経営収支から購入飼料費および機械建物償却費を差し引いた値を生産規模で除して算出した。購入飼料費を差し引くのは、計画モデルの枠組みで述べたように、単位あたり購入飼料費は単体表の条件により変動するからである。また、計画モデルでは事例牧場の現有機械施設規模(付表2)を前提にすることから、機械建物償却費は利益係数ではなく、

¹⁾後述する通年舎飼の計画モデルでは、「経産牛」部門に放牧に関わる作業は含まれない。

第11表 計画モデルの部門別作業時間

月	旬	トウモロコシ	採草地	放牧地	兼用地	経産牛	育成牛
		(時間/10a)				(時間/頭)	
4	中	0.0035	0.0026	0.0106	0.0018	3.1863	0.7241
	下	0.0132	0.0584	0.0602	0.0551	3.0109	0.6023
5	上	0.0088	0.0000	0.0222	0.0000	3.5389	0.7161
	中	0.9202	0.0158	0.0275	0.0105	3.0659	0.6841
	下	0.0035	0.0026	0.1231	0.0018	3.1751	0.6957
6	上	0.1404	0.1046	0.0905	0.1002	2.7072	0.3571
	中	0.0246	0.5408	0.0061	0.5347	2.7302	0.3571
	下	0.3263	0.0865	0.0553	0.0729	2.8708	0.3595
7	上	0.0351	0.0739	0.0338	0.0651	2.7026	0.4082
	中	0.0211	0.0456	0.0330	0.0404	2.9908	0.4204
	下	0.0158	0.1764	0.0817	0.0817	4.3305	0.5787
8	上	0.0667	0.1622	0.0500	0.0500	3.8671	0.5616
	中	0.0360	0.1214	0.0840	0.0840	3.9730	0.5667
	下	0.0333	0.1143	0.0972	0.0972	3.8486	0.5158
9	上	0.0491	0.1465	0.0706	0.0706	3.3357	0.4014
	中	1.1193	0.0167	0.0013	0.0013	2.5083	0.2714
	下	0.0000	0.1543	0.0694	0.0694	2.3665	0.2714
10	上	0.0228	0.0171	0.0279	0.0279	2.4329	0.2070
	中	0.0000	0.0153	0.0583	0.0583	2.4795	0.2166
	下	0.0026	0.0020	0.0007	0.0007	2.9788	0.2245
11	上	0.0000	0.0000	0.0278	0.0278	2.4359	0.3006
	中	0.0632	0.0844	0.0325	0.0325	2.4522	0.2826

第12表 計画モデルの部門別利益係数

(千円)

科 目	計	乳牛		飼料生産			トウモロコシ	部門 共通
		経産牛	育成牛	放牧	乾草	牧草サイレージ ^①		
生産規模		54.3ha	53.0ha	18.0ha	①番23.2ha、②番19.6ha		5.7ha	
農業経営費合計	29,011	14,402	3,247	1,484	1,868	1,880	1,356	4,784
飼料購入費	5,573	4,430	1,143					
種苗費	272			122	0	0	150	
肥料費	2,691			871	791	669	360	
農薬費				0	16	14	90	
養畜費	598							
診療衛生費	1,932	1,188	1,341					
諸負担金	2,649							2,649
乳牛償却費	2,706	2,706	0					
建物償却費	1,298	1,093	313	129	339	375	345	
機械償却費	1,294							
農業粗収入	40,342	32,011	8,331	0	0	0	0	0
期中成牛繰上額	2,360		2,360					
育成牛評価差益	2,469		2,469					
育成牛販売	2,690		2,690					
雄子牛販売	812		812					
差引収支	11,331	17,609	5,084	-1,484	-1,868	-1,880	-1,356	-4,784
利益係数*		426.0	123.4	-6.642	-13.791		-17.737	
固定費**								-7,378

*(差引収支+購入飼料費+機械建物償却費)/生産規模

**部門共通費+機械建物償却費

第13表 事例牧場における自給飼料生産費(1999)

利用方式	単位	事例牧場(清水町)					北海道平均				
		放牧		採草		トウモロコシ	計	体科主体混播牧草		トウモロコシ	放牧*
		専用	兼用	①番草	②番草			乾草	サイレージ		
面積	ha	18.0	7.2	26.8	19.6	5.7	50.5	32.0	33.4	6.3	12.3
利用単収	原物kg/10a	2,958	725	1,759	380	4,500		669	1,913	4,617	
TDN率	%	13.32	13.32	13.42	34.8	17.55		51.8	17.3	17.4	
10aあたりTDN収量	kg/10a	394	97	236	132	790		347	331	803	
10aあたり作業時間	hr/10a	0.90		2.00		2.95		1.67	1.34	3.69	0.19
100kgあたり生産費	円/100kg	309		828		638		2,383	888	942	4,325
建物機械費	円/100kg	35		208		214		410	140	106	310
労働費	円/100kg	55		141		109		422	131	141	333
TDN1kgあたり生産費	円/kg	23.2		50.7		36.3	37.5	46.0	51.3	54.1	
同上(2000年単収)	円/kg			47.7		31.2		*10aあたり			

資料) 農家調査, 畜産物生産費調査

固定費に算入した。

なお、事例牧場における自給飼料のTDN 1 kgあたり生産費は、放牧利用が23円で最も低く、トウモロコシサイレージは36円、採草利用(サイレージ主体)は51円と高く、利用方式による差異が大きい(第13表)。経営全体の自給飼料の平均では38円になる。これを北海道平均(牧草サイレージ51円、トウモロコシサイレージ54円)と比べると、事例経営の生産費は、牧草サイレージは平均程度、トウモロコシサイレージは平均より低く、放牧利用についても平均以下と考えられる。このことから、事例牧場の経営実績はトウモロコシサイレージの生産費用が相対的に低いものの、土地利用型酪農経営として高く評価でき、計画モデル作成の基礎データとしてふさわしいことが確認できる。

これまで述べてきた諸係数に基づき作成した単体表を第14表に示した。この単体表では、搾乳牛の泌乳ステージ毎に、必要養分量を自給飼料あるいは購入飼料によって賄うように設定してあり、選択できる飼料の種類は、放牧期である第Ⅱ期と第Ⅲ期はトウモロコシサイレージ、1番牧草サイレージ、2番牧草サイレージ、放牧草、ビートパルプ、圧ペンコーン、配合飼料(CP含有率18%)、配合飼料(CP含有率14%)である。舎飼期の第Ⅰ期と第Ⅳ期は放牧期から放牧草を除いたメニューになる。乾乳牛ではさらに配合飼料が除かれる。育成牛は放牧期と舎飼期に分かれ、前者では1番牧草サイレージ、2番牧草サイレージ、放牧草、配合飼料、後者ではそこか

ら放牧草が除かれる。また、単体表では経産牛頭数と放牧地面積に関する制約が設定されているが、最適解では制約要因として稼働していない。

計画モデルの最適解を第15表に示した[†]。この表から、集約放牧モデルの最適解は事例牧場の現状にほぼ一致していることが確認でき、計画モデルとして妥当であると判断できる。同じ表に、放牧地のプロセスを除いた計画モデル(=通年舎飼モデル)の最適解を示した。通年舎飼モデルの最適解では、給与される配合飼料のCP含有率が14%から18%に高まり、TDN自給率は65%で変わらないが、CP自給率は67%から59%に低下している。乳飼比も若干増加し、農業所得は約14%減少する。なお、事例牧場の農業所得水準を通年舎飼モデルで個体乳量を高めた場合に得られる農業所得で実現しようとするれば、500~1,000 kgの乳量増が必要であることがわかる。ただし、その場合の飼料自給率はTDNで61~60%、CPで56~55%に低下することになる。

IV. 結果と考察—集約放牧技術の導入条件—

ここでは、集約放牧技術の体系化のための開発目標を、この技術の酪農経営への導入条件の視点から検討する。そのため、集約放牧技術を導入した計画モデル(集約放牧モデル)における技術係数(単収や個体乳量など)を段階的に変化させて、各段階で得られた最適解に基づき、この技術が酪農経営に導入されるための条件を明らかにする。

はじめに、放牧草の単収に関する導入条件を検討する。集約放牧モデルで設定した利用単収3,106kg/10aを基準に、単体表における放牧草単収を10%刻

[†]線形計画法の計算には、農業技術研究機構中央農業総合研究センターの大石亘氏が開発したXLPを使用した。

第15表 計画モデルの最適解

	事例牧場	計画モデル			
		集約放牧	通年舎飼	** 乳量増加	*** 乳量増加
土地利用 (ha)					
トウモロコシ	5.7	7.5	7.5	7.5	7.6
採草地	19.6	20.1	43.0	43.0	42.9
放牧地	18.0	16.4	-	-	-
兼用地	7.2	6.5	-	-	-
計	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
乳牛頭数(頭)					
経産牛	54	55	55	55	55
育成牛	53	55	55	55	55
飼料構成 (kg/搾乳牛1頭・日乳量27kg、**28kg、***29kg)					
配合 (CP18)	0.0	0.0	8.6	9.6	9.8
配合 (CP14)	2.8	0.4	0.0	0.0	0.0
単味 (コーン)	3.7	3.0	0.0	0.0	0.0
ビートパルプ	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0
トウモロコシサイレージ	16.0	20.0	20.0	20.0	20.0
牧草サイレージ	0.2*	0.0	13.0	12.0	14.4
放牧草	70.0	52.5	-	-	-
購入濃厚飼料総量 (t)	136.8	163.0	157.7	172.3	186.7
飼料自給率 (TDN、%、経産牛)	67.2	64.6	64.6	61.3	59.7
飼料自給率 (CP、%、経産牛)	71.8	66.9	59.4	55.9	54.8
労働時間 (時間)					
(4/中～11/中)	5,079	5,098	5,024	5,024	5,025
農業所得 (千円)	11,331	11,365	9,760	10,679	12,486
乳飼比 (経産牛) (%)	18.6	19.1	19.4	19.9	19.8

*乾草, **経産牛あたり乳量500kg増, ***同1,000kg増に想定

第16表 技術係数の変化と放牧利用

放牧草単収(原物kg/10a)	4,659	4,348	4,038	3,727	3,417	3,106	2,795	2,485	2,174	1,864	1,553		
放牧専用地面積 (ha)	17.9	19.3	20.4	20.2	18.9	16.2	15.4	10.9	10.0	8.7	6.2		
飼料自給率 (TDN、経産牛) (%)	72.9	72.6	69.7	68.6	65.5	64.6	61.9	61.1	61.0	60.6	60.9		
放牧草TDN割合 (原物%)	17.3	16.7	16.0	15.3	14.6	14.0	13.3	12.7	12.0	11.3	10.6	10.0	9.3
放牧専用地面積 (ha)	20.4	20.2	19.9	19.6	19.3	17.2	16.3	16.0	15.6	15.4	14.8	11.5	7.8
飼料自給率 (TDN、経産牛) (%)	69.2	67.8	66.5	65.2	64.1	64.9	64.6	63.6	62.7	61.8	61.1	61.6	62.4
個体乳量 (kg)			10,082	9,306	8,531	7,755	6,980	6,204	5,429				
放牧専用地面積 (ha)			15.9	16.3	17.2	16.4	19.4	20.2	21.4				
飼料自給率 (TDN、経産牛) (%)			60.2	60.7	61.1	64.6	67.2	68.6	73.2				

みで、+50%から-50%まで増減させた場合の最適解を求めた(付表3)[†]。この最適解のなかから、酪農経営への導入条件の検討で指標になる放牧専用地面積とTDN自給率を取り上げると(第16表)、放牧草単収の増減は両指標に大きな影響を及ぼすことがわかる。TDN自給率の大きさは、単収の増減に正比例して変動するのに対し、放牧専用地面積が最大(20.4 ha)になるのは単収が30%増の4,038kg/10aの場合で

[†]実際には放牧草の単収が増減すれば、それに伴って費用や作業時間なども変化するが、ここでは技術開発目標の提示が目的であることから、単体表では単収以外の技術係数は不変とした。以下の導入条件の検討も同様。

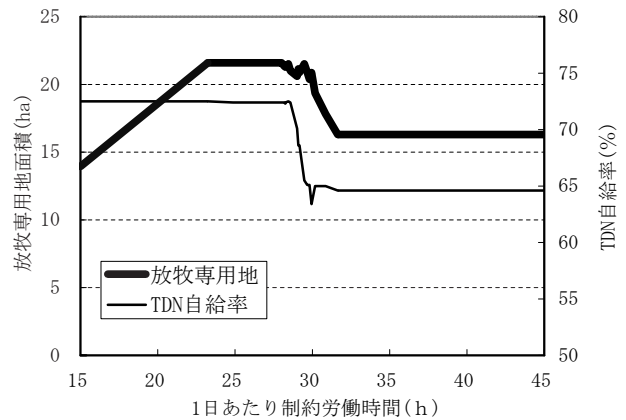
ある。搾乳牛放牧を実施する場合の最小面積の目安である放牧地面積10haが利用される単収の下限は30%減の2,174kg/10aであり、この数値が酪農経営に集約放牧技術が導入されるための放牧草単収の条件になる。このとき、TDN自給率は61%になる。なお、単体表における単収の増減は、単位生産物量あたり生産費用の増減と裏腹の関係にあり、10%の単収増は約9%の費用減、50%の単収増は約33%の費用減を意味する。

同様に、放牧草のTDN含有率に関して、原物あたり13.3%を基準に5%刻みで、+30%から-30%まで増減させた場合の最適解を求めた(付表4)。放牧草のTDN含有率の増減は放牧地面積やTDN自給率に大

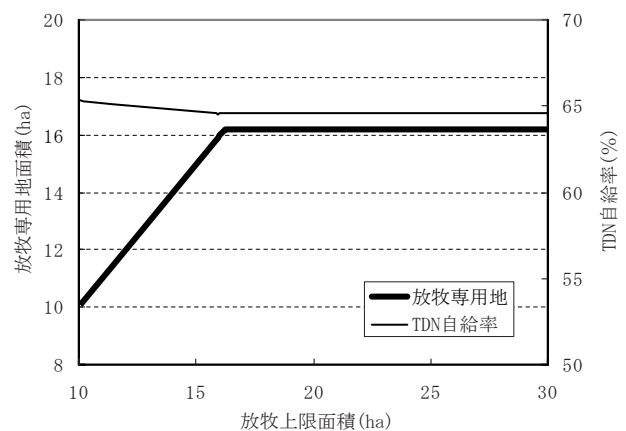
きな影響を与える。なかでも、放牧草のTDN含有率が基準を上回る場合、放牧地面積とTDN自給率はともに比例的に高まる。他方、放牧草のTDN含有率が基準を下回る場合、放牧地面積は比例的に低下するのに対し、TDN自給率の変化は大きくない。ここでの導入条件は放牧地面積が11.5haになる場合が目安になり、それは放牧草のTDN含有率が基準に対して25%減の10.0%である。

次に、労働時間(基幹労働力3人)の制約を1日あたり15時間から45時間まで連続的に増減させた場合の最適解を求めた(第3図・付表5)^{†1}。この単体表では、労働時間制約の影響をみるために、基準となる労働時間を事例牧場の実態ではなく、1日あたり30時間(基幹労働力3人)に設定し、50%の増減を検討範囲とした。労働時間制約が基準を上回る場合、放牧地面積やTDN自給率は全く変化しない。他方、労働時間制約が30~23時間の場合、放牧地面積は上限の21.6haに達し、23時間以下になると酪農生産の規模全体が縮小し、放牧地面積も減少する。その場合でもTDN自給率は、一貫して70%以上を保っている。したがって、労働時間制約に関しては、基準の30時間から約20%減の23時間程度までが集約放牧の導入にとって最適な経営条件になる。

次に、放牧専用地面積の制約を10haから30haまで連続的に増減させた場合の最適解を求めた(第4図・付表6)。放牧地面積制約が基準である21.6haに対して20%減にあたる16ha以上の場合、放牧地面積は約16haで全く変わらない。放牧地面積制約が16ha以下になると、放牧地面積はどの場合でも上限に達し、30%減では15.1ha、40%減では13.0ha、50%減



第3図 制約労働時間の増減と放牧利用



第4図 放牧上限面積の増減と放牧利用

では10.8haになる。他方、TDN自給率はどの場合でもほとんど変わらない。したがって、この計画モデルでは、放牧地面積の大きさは集約放牧技術の導入条件にはならない。

最後に、個体乳量に関する導入条件を検討する。搾乳牛あたり個体乳量7,755kg^{†2}を基準に10%刻みで、+30%から-30%まで増減させた場合の最適解を求めた(付表7~8)。個体乳量が基準を上回る場合、放牧地面積はわずかに減少する。他方、個体乳量が基準を下回ると放牧地面積は増加し、10%減の6,980kgでは19.4ha、20%減の6,204kgでは20.2ha、30%減の5,429kgでは21.4haになる。TDN自給率は個体乳量の増減と反比例し、30%増の10,082kgでは60.2%と低く、30%減の5,429kgでは73.2%と高い。このことから、集約放牧技術は個体乳量が低いほど導入され易いといえるが、逆に個体乳量が高くても放牧で飼養可能であることが示されている^{†3}。

これまでの分析結果をまとめると^{†4}、畑地型酪農経営に集約放牧技術の導入を決定するための判断基準として、計画モデルで設定した基準に対して、放

^{†1}労働時間制約については、パラメトリック線形計画法で、最適解を求めた。併せて、10%刻みで増減させた場合の最適解を付表5に示した。後出の放牧専用地面積制約(付表6)についても同じ。

^{†2}この計画モデルでは、経産牛頭数と搾乳牛頭数が一致するような牛群構成を前提としていることから、搾乳牛あたり個体乳量と経産牛あたり個体乳量も一致する。

^{†3}ただし、この計画モデルの養分要求量の計算では、高泌乳時のバイパス蛋白やミネラルバランス等については考慮されていない。

^{†4}この計画モデルの適用範囲は、耕地面積50ha・経産牛飼養頭数50頭程度規模の北海道の畑地型酪農経営を想定している。

牧草の単収は30%減(2,174kg/10a)以上、TDN含有率は25%減(10.0%)以上が必要であり、これらが導入条件になる。その他の技術係数については、導入条件となるようなものはなく、集約放牧技術をより高度に活用するための条件として位置づけられる。労働時間制約(基幹労働力3人)では30~23時間/日、個体乳量では10~30%減の6,980~5,429kgの場合に、放牧地面積とTDN自給率は最も高まる。また、放牧草の単収が30%増の4,038kg/10aの場合に放牧地面積が最大になることから、それ以上単収を高めても集約放牧技術の導入にとって積極的な意味はなく、この水準が単収改善の上限といえる。同様に、放牧草のTDN含有率では10%増の14.6%、労働時間制約では30時間/日、放牧地面積制約では16ha、個体乳量では10%増の8,531kgが技術改善目標の上限になる。

上述の技術的な条件が整えば、集約放牧が酪農経営に導入されるための必要条件は満たされるが、この技術が実際に導入されるためには酪農家における十分条件も満たされなければならない。それは、体系化された集約放牧技術を十全に使いこなす技能¹⁾の習得が経営者に要求され、そのためには「乳牛の飼養と草地資源の利用・維持とを相互に関連づけて把握する基本的思考ならびに実践経験」²⁾が必要であり、そこでは経営発展方向の規模拡大から経営費用縮小への転換が不可欠と考えられる。集約放牧技術は、両者の条件が満たされた経営から導入され始め、やがて面的に広がることが期待される。なお、後者の条件に関する経営的な研究は、今後の課題とする。

摘 要

北海道酪農の発展方向の1つである、家族経営を基盤とする経営展開では、規模拡大を前提とせず、経営費用を節減し、農業所得率を高める生産方式が求められる。近年開発された集約放牧技術は、この要求を満たすとともに、「食料・農業・農村基本法」で政策課題とされている食料自給率の向上に寄

¹⁾経営者は、放牧草地を高栄養短草状態に保つとともに、乳牛が放牧草地から摂取した養分量を正確に把握し、乳牛の泌乳量に応じた補助飼料(濃厚飼料など)を給与しなければならない。

与できる技術である。集約放牧技術は、着実に広がっているとはいえ、地域においては点的な存在に留まり、一層の普及のために、体系化のための技術開発や酪農経営においてこの技術が導入されるための条件の解明が課題になっている。

本稿は、酪農経営に集約放牧技術が導入されるための条件を明らかにし、普及技術としての体系化のための開発目標を提示することを目的とする。そのために、はじめに北海道の草地型酪農と畑地型酪農における集約放牧技術の位置づけの違いを明らかにしたうえで、事例牧場として畑地型酪農経営を取り上げ、そこでの集約放牧技術の導入と効果を検討した。次いで、事例牧場の技術係数などに基づき、畑地型酪農経営の計画モデルを線形計画法に依拠して構築し、このモデルを用いて集約放牧技術が導入されるために必要な経営的な条件(放牧草単収など)を明らかにした。

同じ集約放牧を導入した経営であっても、畑地帯の十勝地域と草地地帯の根室地域とでは、その位置づけが異なる。つまり、通年舎飼の飼養方式が支配的な十勝地域では、集約放牧導入農家は個性的な経営と位置づけることができ、自給飼料依存度の高い、省力的な生産方式で、「低費用・低収入で高所得」な収益構造を特徴としている。他方、慣行的な搾乳牛放牧が広範に残存する根室地域では、集約放牧導入農家と慣行放牧農家との違いはあまり鮮明ではない。集約放牧導入農家は個体乳量は同程度であるが、経営費用が小さく、収益性が高いことにみられるように、慣行放牧経営に較べ放牧技術水準が高く、集約放牧技術の特徴を活かした経営であると位置づけられる。

計画モデル作成のために事例とした牧場は、十勝地域の畑地帯に位置する親子二世代の家族経営であり、1991年から集約放牧を始めた。そこでは、以下のような経営的効果が実現された。①コストの削減、②労働時間の短縮、③乳牛の疾病の減少、④ふん尿処理量の減少、⑤景観・環境の向上。事例牧場では、集約放牧技術の導入により、個体乳量の減少を厭わず経営費用を減少させ、高い農業所得を実現していることから、以下で検討する計画モデルの対象経営としてふさわしいと考えられる。

線形計画法に基づく畑地型酪農経営の計画モデルは、一定の労働力と農地面積・乳牛飼養頭数の条件下で、乳牛の必要栄養量を自給飼料あるいは購入飼

料で賄いながら農業所得を最大にすることを目的とする単体表とした。単体表を作成するために必要な諸係数は、事例牧場の1999年の実績に基づき設定した。なお、計画モデルでは事例牧場の飼養管理方式(繋ぎ式牛舎、パイプラインミルク搾乳)を変えない前提で検討を進めた。計画モデルの最適解は事例牧場の現状にほぼ一致していることが確認でき、計画モデルとして妥当であると判断できた。

集約放牧技術を導入した計画モデルにおける技術係数(単収や個体乳量など)を段階的に変化させて、各段階で得られた最適解に基づき、この技術が酪農経営に導入されるための条件を検討した。その結果、畑地型酪農経営に集約放牧技術の導入を決定するための判断基準として、計画モデルで設定した基準に対して、放牧草の単収は30%減(2,174kg/10a)以上、TDN含有率は25%減(10.0%)以上が必要であり、これらが導入条件になることが明らかになった。その他の技術係数については、導入条件となるようなものではなく、集約放牧技術をより高度に活用するための条件として位置づけられる。労働時間制約(基幹労働力3人)では30~23時間/日、個体乳量では10~30%減の6,980~5,429kgの場合に、放牧地面積とTDN自給率は最も高まる。また、放牧草の単収が30%増の4,038kg/10aの場合に放牧地面積が最大になることから、それ以上単収を高めても集約放牧技術の導入にとって積極的な意味はない。同様に、放牧草のTDN含有率では10%増の14.6%、労働時間制約では30時間/日、放牧地面積制約では16ha、個体乳量では10%増の8,531kgが技術改善目標の上限になる。

引用文献

- 1) 安達 稔(1999)：牛ができることまで人間がやっていた！足寄町放牧酪農研究会の取り組み。現代農業，78(11~12)，294-298，304-308.
 - 2) 荒木和秋(2000)：草地型酪農の発展と地域・環境政策。北海道農業経済研究，8(2)，29-40.
 - 3) 樋口昭則(1996)：酪農経営の現状と展望。全国農業協同組合連合会。1-59.
 - 4) 前川 奨(1996)：放牧を効率的利用した低コスト牛乳生産技術の実証。平成7年度農業経営研究成績書。北海道道立根釧農業試験場研究部経営科。1-45.
 - 5) 前川 奨(1999)：ゆとりある酪農経営を目指した低コスト牛乳生産の体系化—放牧割割別の経営経済的效果—。平成9年度農業経営研究成績書。北海道道立根釧農業試験場研究部経営科。1-64.
 - 6) 落合一彦(1997)：放牧のすすめ。酪総研選書。(46)，酪農総合研究所。1-120.
 - 7) 七戸長生(1996)：北海道における土地利用型酪農の展開と放牧導入の意義。平成8年度農林水産業北海道地域研究成果発表会講演要旨。北海道酪農における新しい放牧技術の開発とその活用。北海道農業試験場。1-9.
 - 8) 集約放牧マニュアル策定委員会(1995)：集約放牧マニュアル。北海道農業改良普及協会。1-130.
 - 9) 須藤純一(1999)：集約放牧導入による経営改善。1999年度日本農業経済学会論文集。21-23.
 - 10) 鶴川洋樹・名久井 忠・落合一彦(1998)：土地利用型酪農経営の展望と課題—十勝におけるアルファルファと集約放牧技術導入に関する予備調査—。北海道農試農業経営研究，(75)，64-75.
 - 11) 鶴川洋樹(1998)：北海道酪農の収益構造と経営展開。農業経済研究，70(1)，1-9.
 - 12) 鶴川洋樹(2001)：調査対象地区酪農の特徴と課題 2)中標津 3)計根別。根室酪農の展開過程と今後の展望。地域農業研究叢書，(34)，北海道地域農業研究所，82-92.
- 1) 安達 稔(1999)：牛ができることまで人間がやっていた！足寄町放牧酪農研究会の取り組み。現代農業，78(11~

付表1 事例牧場における種類別・旬別作業時間(1999)

(時間)

月	旬	放牧地	1番採草	2番採草	トウモロコシ	スイート コーン	その他 圃場	修理 点検	放牧牛	経産牛	育成牛	その他 牛舎	その他 作業	会議・ 視察	合計
	規模	18.0ha	26.8ha	19.6ha	5.7ha	3.0ha			54.3頭	54.3頭	49.0頭				
1	上									106.0	9.8			3.5	119.3
	中									103.8	9.0			7.5	120.3
	下							3.0		116.5	11.0		2.5	4.0	137.0
2	上							3.0		107.5	9.5	4.0		10.5	134.5
	中									117.3	11.3	0.3			128.8
	下									94.0	13.3	1.0		0.5	108.8
3	上									133.0	17.8		1.5		152.3
	中									141.3	31.0	2.5			174.8
	下									166.5	28.3	1.5	2.8		199.0
4	上									162.0	35.8	2.8			200.5
	中	1.8						1.0		171.3	35.3	2.0		6.0	217.3
	下	10.3	13.0				2.5	1.3	5.8	155.8	29.3	2.3	1.3		221.3
5	上	4.0			0.5				22.5	169.0	35.0	0.8		6.3	238.0
	中	4.0			51.3		6.0		25.5	137.0	33.0	4.5	5.0	2.0	268.3
	下	22.0				28.5		1.0	31.0	135.0	33.3	7.3	2.0		260.0
6	上	15.5	24.5		7.0			5.0	29.5	117.5	17.5			14.5	231.0
	中		140.0			3.0	3.5	3.5	29.8	118.5	17.5				315.8
	下	7.5	12.3		15.5	12.5	8.5	7.0	36.5	118.5	17.5	1.0		2.0	238.8
7	上	4.5	12.8					10.0	30.0	116.8	20.0		2.5	1.0	197.5
	中	5.0	8.0					6.0	30.0	124.0	19.5	9.5		2.5	204.5
	下	14.0		32.3			3.0	1.5	30.8	127.3	18.3	87.3		2.5	316.8
8	上	6.0		22.0			19.0		28.8	110.5	18.3	80.0		23.0	307.5
	中	13.5		18.5			7.8	2.5	30.0	115.0	18.5	80.0			285.8
	下	16.0		17.5			9.5		34.3	128.8	19.3	52.0		3.0	280.3
9	上	10.5		21.5			4.0	10.0	32.5	100.0	13.3	55.0		10.0	256.8
	中		2.5		63.5			1.5	32.5	103.7	13.3			1.0	218.0
	下	12.5		30.3					32.5	96.0	13.3			5.3	189.8
10	上	4.0					2.5	4.0	12.5	118.5	10.0	1.3		1.5	154.3
	中	10.5		3.0					12.5	121.3	10.5	1.0		6.5	165.3
	下						0.8		15.3	146.5	11.0				173.5
11	上	5.0							5.0	125.5	14.5	2.0		9.5	161.5
	中	3.0		7.3				18.0	5.0	125.5	13.5	3.0	2.0		177.3
	下								4.5	110.3	11.8		2.0	11.5	140.0
12	上							5.5		153.0	11.3	1.3	1.5		172.5
	中							2.0		135.3	15.3	1.5	1.5	3.5	157.0
	下									111.8	16.3	3.5		1.0	134.5
合計		169.5	210.5	154.8	137.8	44.0	67.0	85.8	516.5	4,539.7	662.4	407.0	24.5	138.5	7,157.8

注)9月の記帳では放牧牛・経産牛・育成牛の区分がなかったので、前後月の実績に基づき按分した。

付表2 事例牧場における建物・機械償却費(1999)

(千円)

区分	種類	規模	所有	取得年	取得額	耐用年数	使用年数	年間償却費*	乳牛		飼料生産						
									経産牛	育成牛	放牧	ロール牧草	細切サイレーシ	トウモロコシ			
建物施設	成牛舎(1)	363m ²	個別	1976	29,300	34	23	776	776								
	成牛舎(2)	172m ²	個別	1979	5,876	17	20	264	264								
	育成牛舎	900m ²	個別	1990	5,771	17	9	306		306							
	調整室	7m ²	個別	1979	494	17	20	22	22								
	サイロ(2)		個別	1979	5,642	20	20	254									254
	乾草庫(1)	162m ²	個別	1979	1,954	24	20	73				73					
	乾草庫(2)		個別	1990	1,854	24	9	70				70					
	パドック	178m ²	個別	1990	530	20	9	24	24								
	飼槽付きパドック	1250m ²	個別	1991	4,100	20	8	185	185								
	ハンカーサイロ(1)	150m ²	個別	1991	2,000	20	8	90									
	ハンカーサイロ(2)	75m ²	個別	1993	1,100	20	6	50									90
	パイプライン(1)		個別	1988	2,200	8	11	180	180								
	パイプライン(2)		個別	1993	1,200	8	6	135	135								50
	バルククーラー		個別	1998	410	5	1	74	74								
	温水器		個別	1977	125	5	22	5	5								
	電牧		個別	1994	482	15	5	29			29						
	ハンクリーナチェーン		個別	1995	779	5	4	140	140								
アンローダチェーン		個別	1995	309	5	4	56	39		17							
小計								2,731	1,844	322	29	143	140		254		
割合								1.00	0.68	0.12	0.01	0.05	0.05		0.09		
機械作業機	トラクタ(1)			1979	5,500	8	20	248					45	135		68	
	トラクタ(2)			1991	500	4	8	56	56								
	トラクタ(3)			1989	4,127	8	10	371	37				61	182		92	
	ロールベアラ			1989	3,090	5	10	278					278				
	ブロー			1978	1,000	5	21	43									43
	テッダー			1980	800	5	19	38					11	27			
	ロータリーハロー			1983	450	5	16	25									25
	アンローダ(2)			1985	1,900	5	14	122	86	37							
	ロータリーレーキ			1986	671	5	13	46					14	33			
	スプレヤ			1988	150	5	11	12									12
	モアコン			1989	2,814	5	10	253					75	178			
	ダンブ			1990	600	3	9	60		3			13	30		15	
	フロントローダ			1990	963	5	9	96	77				19				
	サイレーシカッタ			1991	1,350	5	8	152	152								
	プラウ			1994	243	5	5	44									44
	フォーレージキャリア			1995	350	5	4	63									63
	播種機			1996	1,560	5	3	281			281						
	マニユアスプレッタ			1996	2,200	5	3	396					99	99		198	
	タイヤショベル			1981	4,000	8	18	200	100				40	40		20	
	フロードキヤスタ			1998	124	5	1	22				10	6	6			
	鎮圧ローラ		2	1989	60	5	10	3				1	1	1			
	ディストリビュータ			1979	209	5	20	9									9
	バキュームカー		5	1984	253	5	15	3					1	1			
ハーベスタ		2	1984	625	5	15	19					6	6		6		
ピックアップ		2	1984	500	8	15	15						15				
テッダー(2)			1998	200	5	1	36					11	25				
ショベルバケット			1998	350	5	1	63	32				13	13		6		
小計								2,955	539	40	292	692	790		601		
割合								1.00	0.18	0.01	0.10	0.23	0.27		0.20		

*耐用年数を超えて使用している場合は、使用年数で除して算出した。

付表3 放牧草の単収増減と放牧利用

放牧草の利用単収	《3,106kg/10a》											
	50%増	40%増	30%増	20%増	10%増	基準	10%減	20%減	30%減	40%減	50%減	
土地利用(ha)												
トウモロコシ	6.6	6.6	5.7	5.7	6.0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
採草地	19.2	17.8	17.6	17.9	18.8	19.9	20.8	25.2	31.2	34.3	36.7	36.7
放牧地	17.9	19.3	20.4	20.2	18.9	16.2	15.4	10.9	10.0	8.7	6.2	6.2
兼用地	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	1.8	0.0	0.0	0.0
計	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
乳牛頭数(頭)												
経産牛	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
育成牛	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
放牧期の飼料構成(kg/搾乳牛1頭・日乳量27kg)												
配合(CP18)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8
配合(CP14)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.8	3.2	3.2	8.1	2.8	2.8
単味(コーン)	0.0	0.0	2.2	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0	0.0	0.0
ビートパルプ	0.0	0.0	0.0	0.1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0	3.0	3.0
トウモロコシサイレージ	10.0	10.0	0.0	0.0	3.4	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
牧草サイレージ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	7.0	7.0
放牧草	100.0	100.0	100.0	95.1	76.3	52.0	38.3	36.4	36.4	27.1	16.2	16.2
購入濃厚飼料総量(t)	115.4	122.4	136.4	148.4	161.7	163.5	175.1	177.0	177.8	178	180.7	180.7
飼料自給率(TDN,%,経産牛)	72.9	72.6	69.7	68.6	65.5	64.6	61.9	61.1	61.0	60.6	60.9	60.9
飼料自給率(CP,%,経産牛)	76.5	76.3	74.7	73.8	70.3	66.9	63.1	62.1	62.2	60.3	58.6	58.6
労働時間(時間)												
(4/中~11/中)	5,075	5,063	5,044	5,046	5,064	5,098	5,106	5,145	5,176	5,196	5,217	5,217
農業所得(千円)	13,191	13,012	1,268	12,256	11,838	11,367	10,968	10,489	10,144	9,805	9,561	9,561
乳飼比(経産牛)(%)	13.5	14.5	15.9	17.3	18.4	19.1	20.2	20.8	20.8	21.4	21.6	21.6

付表4 放牧草TDN含有率の増減と放牧利用

放牧草のTDN含有率	《原物13.32%》												
	30%増	25%増	20%増	15%増	10%増	5%増	基準	5%減	10%減	15%減	20%減	25%減	30%減
土地利用(ha)													
トウモロコシ	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	7.0	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.6
採草地	17.7	17.8	18.1	18.4	18.7	19.4	19.9	20.2	20.6	20.8	21.4	24.7	28.3
放牧地	20.4	20.2	19.9	19.6	19.3	17.2	16.3	16.0	15.6	15.4	14.8	11.5	7.8
兼用地	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
計	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
乳牛頭数(頭)													
経産牛	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
育成牛	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
放牧期の飼料構成(kg/搾乳牛1頭・日乳量27kg)													
配合(CP18)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
配合(CP14)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.4	1.4	2.5	3.3	3.8	3.6	4.1
単味(コーン)	1.2	2.4	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
ビートパルプ	0.0	0.0	0.7	2.2	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
トウモロコシサイレージ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
牧草サイレージ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8
放牧草	81.8	79.3	76.6	73.9	71.1	58.5	52.0	49.1	44.8	41.9	41.0	45.1	36.0
購入濃厚飼料総量(t)	134.7	140.9	147.7	154.9	161.5	160.6	163.5	168.6	174.8	179.2	181.5	181.3	182.7
飼料自給率(TDN,%,経産牛)	69.2	67.8	66.5	65.2	64.1	64.9	64.6	63.6	62.7	61.8	61.1	61.6	62.4
飼料自給率(CP,%,経産牛)	72.2	71.4	70.5	69.5	68.5	67.8	66.9	65.8	64.7	63.6	62.9	64.0	63.9
労働時間(時間)													
(4/中~11/中)	5,044	5,046	5,049	5,051	5,053	5,085	5,098	5,100	5,104	5,106	5,111	5,140	5,173
農業所得(千円)	12,515	12,328	12,137	11,942	11,745	11,544	11,367	11,193	11,022	10,853	10,667	10,481	10,267
乳飼比(経産牛)(%)	16.5	17.1	17.6	18.2	18.8	18.8	19.1	19.6	20.1	20.6	21.1	20.9	20.8

付表5 労働制約時間の増減と放牧利用

労働時間の制約 (基幹労働力3人)	《30時間/日》											
	50%増	40%増	30%増	20%増	10%増	基準	10%減	20%減	30%減	40%減	50%減	
土地利用(ha)												
トウモロコシ	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	6.4	6.9	5.6	4.6	3.9	3.3	
採草地	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	23.5	17.5	15.3	12.7	10.9	9.1	
放牧地	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	20.5	21.6	21.6	19.5	16.7	14.0	
兼用地	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	0.0	3.5	3.7	4.0	3.4	2.8	
計	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	49.5	46.2	40.8	34.9	29.2	
乳牛頭数(頭)												
経産牛	55	55	55	55	55	55	50	44	38	33	27	
育成牛	55	55	55	55	55	55	45	44	38	33	27	
放牧期の飼料構成(kg/搾乳牛1頭・日乳量27kg)												
配合(CP18)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
配合(CP14)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
単味(コーン)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ビートパルプ	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
トウモロコシサイレージ	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	8.0	20.0	14.9	10.0	10.0	10.0	
牧草サイレージ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
放牧草	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	64.1	86.8	93.6	100.0	100.0	100.0	
購入濃厚飼料総量(t)	163.5	163.5	163.5	163.5	163.5	166.1	117.5	97.5	85.2	73.0	60.8	
飼料自給率(TDN,%,経産牛)	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6	63.8	72.4	72.4	72.5	72.5	72.5	
飼料自給率(CP,%,経産牛)	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	67.7	75.3	75.8	76.2	76.2	76.2	
労働時間(時間)												
(4/中～11/中)	5,098	5,098	5,098	5,098	5,098	5,081	4,626	4,093	3,573	3,063	2,552	
農業所得(千円)	11,367	11,367	11,367	11,367	11,367	11,318	1,003	8,279	6,354	4,392	2,431	
乳飼比(経産牛)(%)	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.3	13.9	11.6	10.1	8.7	7.2	

注) 放牧地利用面積が計画モデルの制約条件に対して上限に達している

付表6 放牧利用上限面積の増減と放牧利用

放牧利用面積の上限	《21.6ha》											
	50%増	40%増	30%増	20%増	10%増	基準	10%減	20%減	30%減	40%減	50%減	
土地利用(ha)												
トウモロコシ	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	
採草地	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9	21.4	23.2	25.4	
放牧地	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	15.1	13.0	10.8	
兼用地	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	
計	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	
乳牛頭数(頭)												
経産牛	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	
育成牛	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	
放牧期の飼料構成(kg/搾乳牛1頭・日乳量27kg)												
配合(CP18)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
配合(CP14)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.7	0.5	0.3	
単味(コーン)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
ビートパルプ	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
トウモロコシサイレージ	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
牧草サイレージ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
放牧草	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	50.3	51.6	52.7	
購入濃厚飼料総量(t)	163.5	163.5	163.5	163.5	163.5	163.5	163.5	163.5	166.0	165.5	165.2	
飼料自給率(TDN,%,経産牛)	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6	64.6	64.7	65.0	65.2	
飼料自給率(CP,%,経産牛)	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	67.2	67.6	
労働時間(時間)												
(4/中～11/中)	5,098	5,098	5,098	5,098	5,098	5,098	5,098	5,098	5,108	5,127	5,146	
農業所得(千円)	11,367	11,367	11,367	11,367	11,367	11,367	11,367	11,367	11,311	11,171	11,030	
乳飼比(経産牛)(%)	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.1	19.0	19.0	18.9	

注) 放牧地利用面積が計画モデルの制約条件に対して上限に達している

付表7 個体乳量の増減と放牧利用

経産牛あたり個体乳量	《7,755kg》						
	30%増	20%増	10%増	基準	10%減	20%減	30%減
土地利用(ha)							
トモロコシ	7.3	7.3	6.7	7.5	6.7	7.0	7.4
採草地	27.3	25.9	23.3	20.1	17.7	16.5	14.9
放牧地	15.9	16.3	17.2	16.4	19.4	20.2	21.4
兼用地	0.0	1.0	3.4	6.5	6.8	6.8	6.8
計	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5	50.5
乳牛頭数(頭)							
経産牛	53	55	55	55	55	55	55
育成牛	48	49	53	55	55	55	55
放牧期の飼料構成(kg/搾乳牛1頭)							
日乳量	35.1	32.4	29.7	27.0	24.3	21.6	18.9
配合(CP18)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
配合(CP14)	7.6	4.3	3.6	0.4	0.0	0.0	0.0
単味(コーン)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0
ビートパルプ	0.0	3.0	3.0	3.0	1.2	0.0	0.0
トモロコシサイレージ	20.0	17.4	11.1	20.0	10.7	14.5	18.8
牧草サイレージ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
放牧草	47.3	48.2	52.9	52.5	68.1	61.9	66.8
購入濃厚飼料総量(t)	195.4	192.3	184.0	163.0	146.5	123.9	102.4
飼料自給率(TDN,%、経産牛)	60.2	60.7	61.1	64.6	67.2	68.6	73.2
飼料自給率(CP,%、経産牛)	61.3	62.3	63.6	66.9	71.4	72.5	76.2
労働時間(時間)							
(4/中～11/中)	4,942	5,062	5,082	5,098	5,063	5,059	5,052
農業所得(千円)	17,526	15,794	13,607	11,365	9,046	6,638	4,190
乳飼比(経産牛)(%)	17.9	18.1	18.8	18.4	18.0	17.1	16.2

付表8 泌乳モデル

泌乳 ステージ	日数	日乳量(kg/日)						
		30%増	20%増	10%増	基準	10%減	20%減	30%減
I期	110	36.4	33.6	30.8	28.0	25.2	22.4	19.6
II期	80	35.1	32.4	29.7	27.0	24.3	21.6	18.9
III期	80	31.2	28.8	26.4	24.0	21.6	19.2	16.8
IV期	35	22.1	20.4	18.7	17.0	15.3	13.6	11.9
乾乳	60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
年間計	365	10,082	9,306	8,531	7,755	6,980	6,204	5,429