

牛乳の出荷および集乳費用の研究

—罐集乳方法とバルク集乳方法の比較—

小林 康平

一 研究の目的と方法

1 研究目的

牛乳の生産者価格は通常乳業会社の処理工場における着払い価格で示されているが、農家が実際に受取る庭先価格はこれよりも更に低い額である。消費者価格と庭先価格の格差が、いわゆる流通マージンと一般に呼ばれているものであるが、わが国の酪農生産物の場合は、これが非常に大きく、飲用牛乳を例にとると消費者価格の約三分の

牛乳の出荷および集乳費用の研究

- 一 研究の目的と方法
- 二 研究目的
- 三 調査方法
- 四 調査地および調査農家の概況
- 五 わが国における集乳方法の現状
- 六 調査農家と集乳方法の概況
- 七 出荷の実態
- 八 出荷方法と運搬手段
- 九 出荷および集乳費用の推計とその分析
- 十 農家から集乳所までの出荷費用
- 十一 集乳所および支店における費用
- 十二 集乳所から工場までの集乳費用
- 十三 罐集乳所内における運搬手段と集乳所
- 十四 および費用の關係
- 十五 1 集乳所の数と総過程費用の關係
- 十六 2 総過程費用を最小にする集乳所の最適数と最適規模
- 十七 3 罐集乳方法からバルク集乳方法に切り替わった場合の、圈内における運搬手段、集乳所および費用の關係
- 十八 4 バルク集乳方法による集乳費用の推計とその分析
- 十九 5 バルク集乳方法のもとで、総過程費用を最小にする集乳所の数と規模
- 二十 六 罐集乳方法とバルク集乳方法の最適規模の比較
- 二十一 七 罐集乳方法とバルク集乳方法の最適規模の比較
- 二十二 八 要約と若干の展望

二を占めている。

ところで、牛乳の流通マージンとして一括されるものも、その内容は、運搬、処理加工、小売配達等に要せられた費用部分と、主として加工処理過程ないしは販売過程であげられる利潤部分に大別することができる。前者は流通マージンの中に占める本来の費用部分で、流通費用 (Marketing Cost) と呼んでよい。一般には流通マージンが大きいといわれながら、果たしてそれが流通費用の大きいことを意味するのか、利潤部分の大きいことを意味するのかはつきりしない。従つて流通マージンを節約するといつても、それは費用節約を狙うべきか、利潤対策を主とすべきか戦略をたてるのが困難である。

この研究は、一酪農地帯を調査し、飲用乳について農家から工場に至るまでの出荷と集乳の実態を明らかにすると共に、調査資料を基に流通費用が一体どの程度かかっているかを計数的に把握し、費用を構成する要因を分析し、かつその結果に基づいて流通費用節約の方途 (牛乳の鮮度維持その他マーケティング方策も含めて) を考察しようとするものである。但し、本研究は研究範囲を牛乳の流通過程のうち、農家の庭先から乳業会社の牛乳処理工場までの間の出荷および集乳に限定している。

そこで、本研究の目的は具体的に次の課題を明らかにすることである。

- (1) 牛乳の出荷および集乳過程における運搬手段と諸作業の実態を明らかにする。
- (2) それらの費用の構成を明らかにし、実際にいくらかかっているかを推計し、且つ費用の額に影響する要因を分析する。

- (3) 罐集乳方法が行なわれている酪農地帯の一集乳園で園内に存在する酪農家で生産された牛乳が、農家の庭先

から処理工場に出荷および集乳される総費用について、それが最小となるべき集乳所の数、規模を、農家が出荷に使用している運搬車との関係で明らかにする。

- (4) (3)との関連において罐集乳方法からバルク集乳方法に切り替えた場合に、それらはどう変化するかを比較検討する。

- (5) 罐集乳方法とバルク集乳方法の最適操業規模を比較する。

わが国では、現在まだ全国的に罐集乳方法が大部分であるが、地域的に見るとバルク集乳方法がとられているところもある。そして、近年牛乳の質の向上が要求され、集乳圏が拡大し、且つ飲用原料乳の長距離輸送の傾向が進行しているという事情のもとで、集乳方法は罐集乳がよいのか、あるいはバルク集乳がよいのか、またそれらはいかなる条件の下にその経済的効力を發揮するのか、という点になると、明確な見通しが確立していないのである。

なお、本稿で特別に使われている用語で、牛乳の「出荷」、「集乳」、「輸送」、「運搬」は、およそ次のように區別している。「出荷」とは、一集乳圏内において、牛乳が農家から工場に至る過程で、農家の庭先から集乳所までの間の運搬を指し、「集乳」とは、集乳所から工場までの運搬を指す。「輸送」とは、一つの集乳圏から他の集乳圏にまたがる牛乳運搬をいう。「運搬」とは、以上三つの用語の示す行為のいずれをも表わす一般的総称である。

〔注〕 ここで、罐集乳とバルク集乳の相違を簡単に説明しておく。罐集乳方法 (Can-Assembly) とは、農家から出荷された

牛乳を、集乳所で集乳用の大きな牛乳罐（通常二斗入り罐）に移し、冷凍機を備えた集乳所では、罐のまま水槽に漬けて冷却し、更に罐のままトラックに積んで工場まで運搬する方法である。バルク集乳方法 (Bulk-Assembly) とは、集乳所に「バルククーラー」といわれる二石から一〇石入りぐらいの貯乳槽を一基から三基ぐらい設置し、農家から出荷される牛乳は全部この中に入れて冷却し、その後タンクローリーを装備したトラック（通常タンクローリー車と呼んでいる）にボ

ンブで牛乳を吸い込み、工場へ運搬する。両者の特徴は、牛乳の冷却という点では、罐集乳所の冷凍機冷却は一旦水槽の水を冷やしてその中に牛乳罐を浸すから冷却速度が遅い上に温度が摂氏一〇度ぐらいまでしか下げられない。他方バルククーラーでは貯乳槽内の牛乳を直接冷却するメカニズムであるから冷却速度が速く、その上零度近くまで冷却できるからその状態で二、三日放置しておいても腐敗せず、牛乳の鮮度は高く維持され、且つ長距離輸送が可能であるという利点がある。しかし、一集乳所当りの設備費用は冷凍機集乳所よりもバルククーラー集乳所の方が高く、貨物トラックよりもタンクローリー車の方が高い。従って、集乳費用の面から両者の経済性を比較するのは操業の規模に大きく関係して一概に論ぜられない。

2 研究方法

この研究は、福岡県における一酪農地帯の実態調査によって得た資料を基に分析を行ない、課題に対する解明を試みたものである。だが、集乳方法が罐集乳からバルク集乳に改変された場合の考察は、同圏内では資料が得られないので、当時バルク集乳方法が行なわれており、且つ福岡県に飲用原料乳を移出している長崎県、大分県、熊本県の実例を現地に訪ね、そこで得た資料を素材として分析考察した。調査対象期間は昭和三十九年九月から四〇年八月までの一カ年間である。

調査対象となった福岡県の罐集乳圏とは、福岡地方酪農協同組合連合会（以下F酪連という）傘下の酪農家とその集乳組織である。調査当時、F酪連の構成はその傘下に専門酪農協同組合八つ、支部とその集乳所一二七カ所、酪農家八八五戸を擁し、別に協同組合法人F酪連運送株式会社（以下F酪連運送KKという）を設立して、集乳事業はすべてこれに担当させていた。資料を得たのは、F酪連、専門酪農協同組合八つ全部、F酪連運送KK、それにサンプリングによって抽出した集乳所六七カ所と酪農家二八一戸である。サンプリングには、母集団のありのままの

姿を縮小した形で再現することを目標とし、集乳路線と集乳所を指標とした重層化任意抽出法を用いた。先ず集乳路線全部二五コースに全集乳所一二七カ所をコース別に集乳順序にしたがって配列し、発点と着点を交互に入れかえて、その中から集乳所を一つおきに選んだ。全部で六七カ所の集乳所が選ばれた。次に選ばれた集乳所について、それらの集乳所に出荷する酪農家を集乳所毎にグループ分けし、乱数表を用いて合計二八一戸になるよう選んだ。選ばれた農家は各集乳所に出荷する農家の五分の三ぐらいの割合である。サンプルサイズ二八一戸は母集団が八八五戸であるから極めて大きな数だが、後の分析は出荷乳量、出荷距離、運搬手段を指標として、各指標とも最低三分に分割すると合計二七の組み合わせができ、一組に対し最低一〇戸を割り当て、更に若干数の余裕をみると、この程度の数が必要であると考えた。

調査にあたっては、現地に個々の農家や関係機関を訪ね、予め準備した調査表を用いて面接による聞き取り調査の方法をとった。

バルク集乳方法に関する調査は、大分酪農協同組合、長崎県酪農協同組合連合会、熊本県酪農協同組合連合会で事情を聴取し、その事務書類を整理することによって行なった。幸い、昭和三九年に農林省が行なった「乳業合理化促進調査事業」の調査表の原表がそのまま保存されていたので、その調査結果を基にし、現地を訪ねてそれに若干の補足と修正を加えて利用した。

一樣にバルク集乳といっても、大分、長崎、熊本の各県では集乳所の規模や配置の目的、運搬手段や運搬距離等具体的な集乳形態は大きく違っているから、それらの調査資料と一緒に考察を加えても無意味である。それで、本稿で直接分析の対象として用いたのは熊本県における調査資料のみで、一圏内の集乳方法が罐集乳からバルク集

乳に切り替わった場合の考察（前記研究目的(4)）はこの資料だけに依った。熊本県におけるバルク集乳の実際は、県内の主要な牛乳産地に設置されたいわゆる基幹集乳所（クーラーステーションともいわれている）から牛乳を処理工場まで運搬するのに設けられたものであり、その機能はF酪連の集乳組織の場合と多少異なっている。それ故一集乳圏の集乳方法が罐集乳からバルク集乳に切り替わった場合に集乳施設をどう適応すべきかという点を考察する資料としては、必ずしも適当でない。本稿で用いたバルク集乳に関する資料はこのような性格を有するものであることをことわっておきたい。

二 調査地および調査農家の概況

1 わが国における集送乳方法の現状

調査地および調査農家の概況を述べる前に、その位置づけとしてわが国における集乳事情の現状を概観しておきたい。一言でいえばそれはまだあまり近代的に整備されたものではない。また乳業会社の工場間の牛乳転送を除いては、集乳圏の範囲もあまり大きくない。⁽¹⁾

第一表は昭和三九年と四一年のわが国の集乳所を施設の内容によって形態別に分類し、更に地域を農区別に分けて示したものである。同表によると全国の集乳所の四〇%強が「秤のみ」で、それに水槽だけを備えている集乳所を加えると約八〇%に達する。このように集乳所とはいえ、施設は極めて簡素なものが多い。だが、農区別に検討すると事情はやや異なっている。九州、近畿、特に九州は他地域にくらべ「冷凍機」の比率が高く、「バルククーラ―」の導入も相当の比率にのぼる。そしてその比率は昭和三九年より四一年の方が高くなっている。以上のように

第1表 わが国の集乳所の形態別比率

(単位: %)

農 区	年 次	設 備 別					
		秤のみ	水 槽	冷凍機	サーフェスクーラー	バルククーラー	合 計
北 海 道	昭和39年 41	25.3 33.3	69.9 59.7	1.2 —	1.2 7.0	2.4 —	100 100
東 北	39 41	27.8 15.8	70.0 79.0	0.8 2.6	0.8 0.9	0.6 1.7	100 100
関 東	39 41	42.0 49.0	36.9 35.4	19.2 14.0	0.8 0.7	1.1 0.9	100 100
北 陸	39 41	9.4 15.6	70.2 63.1	15.7 18.3	4.4 2.7	0.3 3.3	100 100
東 山	39 41	68.3 49.0	31.6 35.4	— 14.0	0.1 0.7	— 0.9	100 100
東 海	39 41	36.2 25.3	32.2 34.5	26.9 34.3	1.6 2.4	3.1 3.5	100 100
近 畿	39 41	40.9 35.1	16.6 17.7	39.2 43.3	2.7 2.0	0.6 1.9	100 100
中 国	39 41	13.9 59.4	63.8 21.8	14.4 15.5	7.4 2.0	0.5 1.3	100 100
四 国	39 41	54.5 59.4	31.4 21.8	10.7 15.5	3.4 2.0	— 1.3	100 100
九 州	39 41	18.9 19.1	9.0 5.0	50.5 58.5	11.2 5.5	10.4 11.9	100 100
全 国	39 41	41.0 42.6	38.7 34.0	16.5 19.9	2.3 1.5	1.5 2.0	100 100

注1.「集乳所」とは建物を有し、少なくとも乳量を秤量し得る施設を有するもの以上のもので、クーラーステーション以外のものをいう。従って路傍の簡易集乳所等は含まれない。

2.「秤のみ」とは、乳量を秤量し得る秤はあるが、水槽等冷却施設のない集乳所をいう。「水槽」とは秤および水槽はあるが、冷却機およびクーラーを持たない集乳所をいう。「冷凍機」とは、秤、水槽およびこれに附属する冷却機はあるが、サーフェスクーラーを持たない集乳所をいう。「バルククーラー」とは秤、バルククーラーを有する集乳所をいう。「サーフェスクーラー」とはバルククーラー集乳所に更にサーフェスクーラーを備えた集乳所をいう。

資料：農林省畜産局資料。

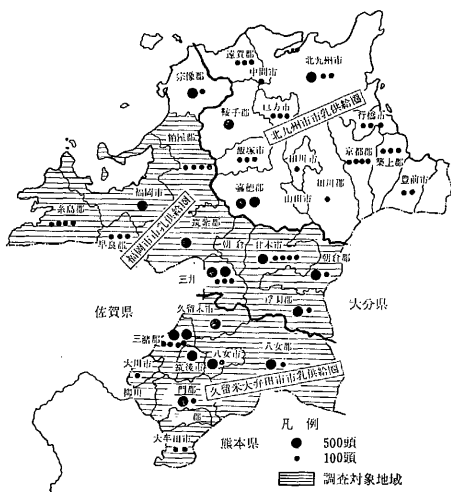
集乳所に対する冷却施設の導入、バルク集乳への改善という点では九州は先進地である。それは以前から九州の酪農業の条件が、梅雨期から夏にかけて暑熱によって多発する腐敗乳をいかに防ぎ、いかに鮮度を維持するかという暖地酪農の深刻な問題を背後に持っているのが契機であろう。

最近急激に数を増した集乳施設で、集乳所と多少その機能は異なるが、牛乳の集乳・輸送過程で重要な役目を果たしているものにクーラステーションというのがある。クーラステーションとは、通常生乳を合乳冷却し、比較的遠距離の工場へまとまった単位で輸送するための施設であつて、少なくともサーフェスクーラー、冷却装置、貯乳タンク、ミルクポンプ等以上の施設を設置しているものと定義されている⁽²⁾。農林省の調査によれば、昭和三九年から四一年にかけて、その数は全国的に増加しているが、中でも北海道、東北、九州各地域の増加が目立っている。同じ資料で集乳路線一コース当りの距離と運搬量を見ると、昭和三九年から四一年にかけて一様に増加している。このように近年わが国の集乳圏は、罐集乳所からバルク集乳所への切り替え、クーラステーションの設置、集乳トラックの大型化によって、漸次拡大の方向にある。

2 調査農家と集乳方法の概況

福岡県の酪農地帯を主要都市を中心にする市乳供給圏として区分すると、三つの供給圏、すなわち福岡市市乳供給圏、北九州市市乳供給圏、久留米・大井田市市乳供給圏に分けられる。中心城市の人口は福岡市七四万九八〇八人、北九州市一〇四万二三八八八人、久留米・大井田市三五万二八四九人で、県内総人口三九六万四〇〇〇人の五四%を占め、その飲用牛乳消費量は県内総消費量六万四六一九トン（昭和三九年）の約八〇%に達すると推定される。

第1図 福岡県郡市別乳牛頭数の分布と調査対象地域



三圈の範囲は第1図に示すとおりである。F酪連は、福岡市市乳供給圏と久留米市市乳供給圏の双方にまたがって組織され、組合員である酪農家は圏内の一部（宗像郡）を除いた両圏のすべての都市に散在する。従って、調査対象地域は、F酪連所属の酪農家が存在する地域、つまり両圏のうち一郡を除いたすべての範囲であるといつてよいであろう。しかし、これらの地域の酪農家の総てがF酪連に所属しているわけではない。調査当時両圏内の酪農家総数は三二二四戸で、そのうちF酪連所属の酪農家は八八五戸であるから、二七・五％である。

調査農家の経営形態と一言でいっても内容は種々であり立地条件も多岐にわたるので、ここでは飼養頭数だけをとりあげ、農家を牛乳出荷量の大小と出荷距離の遠近で分類して示そう。出荷乳量は調査対象年間の一戸当たり総出荷乳量一〇トン未満をS階層、一〇～二〇トン未満をM階層、二〇～三〇トン未満をL階層、三〇トン以上をEL階層とした。出荷距離は農家から集乳所までの距離によって、一km未満をA階層、一～二km未満をB階層、二～三

km未満をC階層、3km以上をD階層とした。階層別に分類した調査農家数と乳牛飼養頭数は第二表に示すとおりである。

調査農家の乳牛飼養頭数をみると、一戸平均成牛五頭、幼牛一・一頭、合計六・一頭である。当時福岡県全体の平均は一戸当り成牛三・三頭であるから、F酪連傘下の農家は県内でも多頭化の進んだ農家である。なかでも乳量EL階層は農家数二一戸で一戸平均一〇・七頭であるから、調査農家の約七・五%が一頭以上の経営である。

次に集乳方法についてみよう。福岡県は調査時点においてF酪連に限らず県下全部罐集乳であった。集乳所の数は県内総数二三二カ所、形態別分類ではすべて冷凍機集乳所である（但し昭和四一年にバルククーラー集乳所が六カ所設置された）。このうちF酪連所属の集乳所は一二七カ所で県全体の五四%を占めている。集乳所の規模は、福岡県全体では平均一集乳所当り収容能力日量三・四石を有しているが、F酪連所属の調査対象六七カ所の平均は三・九石である。収容可能規模に対する実際の集乳量は調査集乳所で平均一集乳所一・八三石であった。従って、集乳所の実際の集乳量はその収容能力の半分に満たないのが現状で、集乳所の効果的な稼働という点でこれが大きな問題である。このようなアンバランスを生ずる原因は、酪農業の立地移動によって起こるものと、農家の牛乳生産量に季節的变化があつて、集乳所の規模としては生産量がピークに達する季節の乳量を収容できる規模を常時備えていなければならぬということの二つの要因があるが、西南暖地の酪農地帯では後者の要因が大きく作用していることを見逃せない。⁽³⁾

集乳路線についてみると、福岡県下総路線数は九二コースあり、その距離は平均一コース当り約三〇kmで、全国平均の三三・六kmよりやや短い。F酪連傘下の二五路線は平均一コース四四・三七kmである。

第2表 調査農家数と調査農家の乳牛飼養頭数

(乳牛飼養頭数は1戸平均)

乳 量 階 層	距 離 階 層	調 査 農 家 数	乳 牛 飼 養 頭 数		
			成 牛	幼 牛	計
S (10トン未満)	A (0~1km未満)	36戸	2.7頭	0.6頭	3.3頭
	B (1~2 ")	21	2.6	0.9	3.5
	C (2~3 ")	12	2.8	0.8	3.6
	D (3 km 以上)	4	3.6	0.8	4.4
	平 均	—	2.7	0.7	3.5
M (10~20トン未満)	A (0~1km未満)	77	4.7	1.2	5.9
	B (1~2 ")	33	5.5	0.9	6.4
	C (2~3 ")	6	4.3	0.8	5.1
	D (3 km 以上)	6	4.5	0.5	5.0
	平 均	—	4.8	1.1	5.9
L (20~30トン未満)	A (0~1km未満)	36	6.0	1.0	7.0
	B (1~2 ")	16	5.9	1.7	7.6
	C (2~3 ")	11	6.1	1.3	7.4
	D (3 km 以上)	2	7.5	0.5	8.0
	平 均	—	6.0	1.2	7.2
E L (30トン以上)	A (0~1km未満)	14	10.1	1.2	11.3
	B (1~2 ")	4	10.1	3.3	13.4
	C (2~3 ")	2	13.0	4.0	17.0
	D (3 km 以上)	1	16.0	—	16.0
	平 均	—	10.7	1.8	12.5
全 平 均		—	5.0	1.1	6.1
合 計		281	1,407	299	1,706

注. 成牛は生後18ヵ月以上のもの、幼牛は以下とした。

熊本県におけるクーラーステーションの数は一八カ所で、このうち熊本県酪連に所属しているのが一〇カ所、乳業会社に所属しているのが八カ所である。調査の対象として資料を得たのは一四カ所である。先にも述べたが、熊本県ではクーラーステーションは基幹集乳所としての役割を果たしており、クーラーステーションの周囲の集乳所の牛乳は一旦ここに集められ、ここで冷却され、タンクローリー車に積みかえられて工場へ運搬される。クーラーステーションの規模は、一日当り収容能力で平均三一・七石である。タンクローリー車を使用するバルク集乳路線は全部で一八コースある。つまり一クーラーステーションに対し一コースが敷設されている。実際に集乳を担当するのはK牛乳輸送株式会社で、熊本県酪連から委託されている。だがこの会社は、F酪連とF酪連運送KKのような関係ではなく、従来森永乳業株式会社の集乳を主な業務としていたため、県酪連が結成された後も、ひき続き県酪連の集乳を請負っているわけである。

注(1) この点に関しては次の本に詳しい説明がある。松尾幹之『酪農と乳業の経済分析』（昭和四一年）、一一五～一二三頁。

(2) 農林省畜産局資料による。

(3) 拙稿「市乳供給圏における牛乳生産の季節的変化に関する研究―福岡市市乳供給圏の場合―」、九州大学農学部農業計算学教室（昭和三八年）。

三 出荷の実態

1 農家における搾乳と牛乳の冷却

牛乳は新鮮度を生命とする商品である。搾乳時間の経過に伴ってバクテリア数が増加して腐敗しやすくなるから、その取扱いは衛生的管理に注意し、且つ生産から消費までの時間をいかに短縮させるかが大きな問題で、そのため

にいろいろの工夫と努力がなされている。このような工夫と努力の作業は酪農家固有のもので特別の意味を持つものであり、牛乳マーケティングの最初の段階と考えてよい。

まず農家における搾乳の回数を見ると、通常一日二ないし三回行なわれている。大部分の農家は朝五時三〇分から七時三〇分の間に一回、夕方六時から八時までの間に一回と一日二回搾乳であるが、全体の約三分の二の農家は正午過ぎにもう一回搾っている。搾乳にこれらの時刻を選ぶのは次の理由による。①昼間は厩場に出て他の農作業に従事するので、搾乳は早朝と夕方に分けられ、特に農繁期にはこの傾向が強まる。②集乳車は毎朝集乳所へ集乳に来るので農家はその前に搾乳して出荷をすまず。特に梅雨期には湿度が高く腐敗しやすい状態にあるので、夕方の搾乳は時刻をおくらせて夜遅く搾り、出荷までの時間を短縮するよう努めている。③三回搾乳するのは分娩後約三カ月間で、この期間はその方が乳量が多い。

搾乳後出荷までの自宅における牛乳の冷却は鮮度維持のために重要な作業であるが、その方法は季節によっていろいろ異なっている。梅雨期および真夏と、他の季節に分けて農家の冷却方法をみると第三表に示すとおりである。農家の自宅における冷却方法とはいえ、実際は自宅にとどめているのではなく、大部分の農家が集乳所へ持参し、その冷凍機に附設された水槽に浸して出荷までとどめている。朝搾乳した分の牛乳は出荷を兼ねて勿論集乳所へ持参するが、夕方あるいは昼間搾乳した分についても搾乳直後集乳所へ持参し、その水槽に浸しておいて翌朝出荷に行った時に合罐して秤量、アルコール検査をして出荷の手続きをすましている。従ってこれらの農家は一日に二ないし三回出荷を行なっているのである。

自宅における冷却施設は極めて貧弱で、自家用の牛乳冷却機を備えた農家はごくまれで（E・L・D階層は一〇〇%

第3表 農家における牛乳の冷却方法

(単位: %)

牛乳の出荷および集乳費用の研究

		梅 雨 季 お よ び 真 夏						合 計
		小川・池	井戸に吊す	家庭用冷蔵庫	水槽	自家用牛乳冷却機	集乳所へ持参	
S	A	0	0	2.8	2.8	2.8	91.7	100
	B	9.5	14.3	9.5	9.5	0	57.1	100
	C	16.7	0	0	25.0	0	58.3	100
	D	25.0	0	0	25.0	0	50.0	100
M	A	2.6	0	0	0	0	97.4	100
	B	0	0	0	6.1	3.0	90.9	100
	C	16.7	0	0	16.7	0	66.7	100
	D	33.3	33.3	0	0	0	33.3	100
L	A	0	0	0	0	0	100.0	100
	B	0	0	0	6.3	0	93.7	100
	C	0	0	9.1	9.1	18.2	63.6	100
	D	0	0	0	0	0	100.0	100
E L	A	0	0	0	0	14.3	85.7	100
	B	0	0	0	25.0	0	75.0	100
	C	0	0	0	0	0	100.0	100
	D	0	0	0	0	100.0	0	100
全 体		3.6	1.8	1.4	4.6	2.5	86.1	100
		他 の 季 節						合 計
		小川・池	井戸に吊す	家庭用冷蔵庫	水槽	自家用牛乳冷却機	集乳所へ持参	
S	A	2.8	0	0	11.1	5.6	80.6	100
	B	14.3	9.5	0	23.8	9.5	42.9	100
	C	16.7	0	0	0	0	83.3	100
	D	25.0	0	0	50.0	0	25.0	100
M	A	2.6	0	0	19.5	0	77.9	100
	B	0	0	0	36.4	3.0	60.6	100
	C	16.7	0	0	33.3	0	50.0	100
	D	33.3	16.7	0	50.0	0	0	100
L	A	0	0	0	11.1	0	88.9	100
	B	6.3	0	0	31.3	0	62.5	100
	C	0	0	0	63.6	18.2	18.2	100
	D	0	0	0	0	100.0	0	100
E L	A	0	0	0	0	14.3	85.7	100
	B	25.0	0	0	75.0	0	0	100
	C	0	0	0	100.0	0	0	100
	D	0	0	0	0	100.0	0	100
全 体		5.0	1.1	0	22.8	4.3	66.9	100

注、集乳所へ持参とは、朝搾乳した分は出荷を兼ねて勿論集乳所へ持参するが、夕方または昼間搾乳した分についても、搾乳後すぐ集乳所へ持参し、その冷凍機で冷却された水槽に浸しておく。

だがこの階層の農家数は二戸だけである、大部分の農家はただ水槽を備えているにすぎない。水槽には井戸水か水道水を満たして、その中に牛乳罐をつけている。だが、このような水槽は冷却施設として完全なものではなく、湿度の高い梅雨期から真夏にかけて三十数度に達する高気温のもとでは、家の中の水槽でも冷却中に牛乳が腐敗する危険がある。そこで農家はこの季節になると家庭用冷蔵庫の棚を取りはずしてその中に牛乳罐を入れたり、井戸の中に牛乳罐を吊して暑熱を防ぐ。この二つの方法は極めて興味深い。薄暗く深い井戸へ縄の端を巧みにあやつりながら無事に下して罐を平衡に保たせて固定するのは手先の熟練した技術を要するし、また人間にとっても耐え難い夏にある農家という内容の一面をまさに示すものであろう。この調査ではこれらの農家は割合少なかったが、筆者等が昭和三九年に北九州市市乳供給圏に属する一市二郡にまたがる酪農協を対象に二五七戸中一〇八戸を調査した時には、約二五%の農家が梅雨期から真夏にかけて牛乳冷却のためにこのような方法を用いていた。⁽¹⁾

農家における牛乳冷却施設として、自宅に専用の冷却機が設置されることが望ましいが、酪農業の現在の経営規模の水準では、今日、市販の小型牛乳冷却機でも一農家が一台を利用することは極めてコスト高で実現の見通しは薄い。従って当然考えられるのは現行の共同利用方法であるが、牛乳の完全冷却・鮮度維持という観点からみた場合、農家の近くに集乳所が配置されていれば問題は無いが、遠く離れた農家でも牛乳出荷のための運搬手段が完備していれば、搾乳毎に、その直後に集乳所へ持参することによって同様に問題は解決される。

注(1) 小林康平・沢田収二郎稿「牛乳出荷費用の分析—福岡県行橋市M酪農協を中心にして—」、九州大学農学部農業計算学教室(一九六五)。

2 出荷方法と運搬手段

牛乳の出荷には、大部分の農家が運搬車を利用しているが、若干数の農家は何も利用していない。運搬車を車の種類によって分類し、それらの車を利用してゐる農家を更に出荷距離と年間出荷乳量によって分類すると、第四表に示すとおりである。また、実際にはどれくらいの距離をどれくらいの乳量で出荷しているかをみたのが第五表である。運搬車は牛乳出荷のために専用に用意されたものもあるし、また出荷に関係なく購入した車を出荷に利用している場合もある。出荷専用に購入された車は自転車、單車の中に多く見られ、更に荷台に牛乳罐を安定させるために鉄棒や板箱で作った簡単な装置がとりつけられているものもあった。その場合、車体の軽い乗用向きのものよりも、自転車ならタイヤの太い頑強なのが、單車なら軽二輪車でなく排気量一五〇CC以上のオートバイが選ばれている。小型トラックや軽四輪車は牛乳出荷のほか、酪農部門の飼料や厩肥運搬等に利用することを考慮して購入されているが、逆に酪農部門には関係なく車が選択され、その車が出荷に利用されている場合もある。乳牛飼養規模の小さい酪農家、蔬菜作・果樹作部門がある程度の大きさで経営している酪農家は、酪農以外の部門で主に使用するのに便利のように運搬車を選択して購入し、それを出荷に利用している。しかし、第四表で車の種類と出荷距離および出荷乳量の関係を見ると、それらの間に一定の傾向がみられる。すなわち、出荷距離が遠くなるほど、また出荷乳量が多くなるほど、自転車、單車、軽四輪車、小型トラックの順で運搬手段が大體化していく傾向がみられる。つまり、これら四種類の車に関する限り、運搬手段の高度化は出荷距離と出荷乳量に大きく関係しているといえる。

出荷が至近距離で運搬車なしという農家は、集乳所のすぐ傍に（平均一〇〇m以内）立地している農家に限られて

第4表 農家の牛乳出荷手段 (1戸平均)

		小型トラック	軽四輪車	単車	自転車	耕耘機 および トラクター	リヤカー および 一輪車	至近距離 で車なし	合計
距離	A	2.4	7.3	19.4	25.5	2.4	21.8	21.2	100
	B	6.7	29.3	46.7	14.7	1.3	—	1.3	100
	C	13.8	24.1	55.2	6.9	—	—	—	100
	D	—	35.7	64.3	—	—	—	—	100
乳量	S	1.4	2.7	44.6	31.1	—	6.8	12.2	100
	M	2.5	13.1	37.7	23.0	—	13.9	10.7	100
	L	9.2	32.3	20.0	4.6	4.6	15.4	12.3	100
	EL	14.3	33.3	—	4.8	9.5	19.0	28.6	100
合計		4.6	15.9	32.7	19.6	2.0	12.5	12.7	100

注. 出荷に耕耘機およびトラクターを利用している農家は6戸であるが、これは極めて特異なケースで、恒常的な運搬手段ではない。

第5表 運搬手段別にみた出荷距離と出荷乳量 (1戸平均)

		小型トラック	軽四輪車	単車	自転車	耕耘機 および トラクター	リヤカー および 一輪車	至近距離 で車なし	平均
距離	A	0.600	0.292	0.498	0.419	0.480	0.178	0.067	0.315
	B	1.525	1.164	1.325	1.155	1.800	—	1.000	1.259
	C	2.275	2.143	2.081	2.000	2.000	—	—	2.113
	D	—	5.125	4.233	—	—	—	—	4.508
	平均	1.508	1.606	1.429	0.576	0.671	0.195	0.096	0.977
乳量	S	5.223	6.871	7.062	6.676	—	6.107	5.720	6.738
	M	12.561	18.036	14.708	13.789	—	15.741	14.362	14.808
	L	24.592	25.496	23.639	22.258	26.544	25.046	23.596	24.515
	EL	50.290	45.730	71.026	32.654	44.018	48.584	30.676	45.845
	平均	24.253	26.110	14.227	12.515	31.537	23.985	17.508	18.131

注. 本表は出荷に使用する車の種類によって農家を分類したものである。調査年度内に車が2種類にわたる場合は、使用期間が長い方を選んだ。出荷距離は農家と集乳所間の片道である。

いる。あるいは少し離れた場合では、出荷乳量がごく少ない農家だけである。距離がもう少し離れると（二〇〇～三〇〇m）、乳量が少ないければ一輪車か自転車、乳量が多ければリヤカーが選ばれる。距離と乳量がこの水準以上になると、自転車、單車、軽四輪車あるいは小型トラックのいずれかが選ばれるわけである。

四 出荷および集乳費用の推計とその分析

牛乳が農家の庭先から出荷されて工場に到着する過程を三段階に分けて費用を推計し、分析を加えた。つまり第Ⅰ段階は農家の庭先から集乳所まで、第Ⅱ段階は集乳所における取扱いと事務管理、第Ⅲ段階は集乳所から工場まで、である。三段階に分けた理由は、費用推計のための調査上の便宜にもよるが、集乳所と運搬過程とは牛乳の取扱ひ方が異なるし、運搬手段も第Ⅰ段階と第Ⅲ段階とは大きく異なり、その上鮮度を保ちながらいかに経費を縮小するかという方策は、各段階ごとにその範囲内で考慮されて対策をたてられているからである。

1 農家から集乳所までの出荷費用

第Ⅰ段階の農家から集乳所までの出荷費用を、農家が出荷に使用している運搬車の種類によって分類して示すと第六表のとおりである。費用の内容を検討する前に費用推計方法について簡単に述べておこう。

費用推計上特に注意を払ったのは労賃と償却費および利子である。労賃については、現地調査の折に、農家が集乳所まで到着するのに要する時間、集乳所で要する時間、帰路に要する時間を別々に聞き取り、それらを合計して一回の出荷時間とし、それに年間出荷回数を乗じて年間出荷総時間とし、更にそれをその地域の日雇賃金で換算し

第6表 第1段階における運搬車別にみた農家の出荷費用(牛乳トン当り)

調査農家戸数	小型 トラクタ	軽四輪車	単車	自転車	耕耘機 および トラクター	リヤカー および 一輪車	至近距離 で車なし	平均
調査農家戸数	13戸	45戸	92戸	55戸	5戸	35戸	36戸	—
固定費用	車種貸却費 ^(a) 牛乳機械貸却 ^(b) 税金, 保険 利子 ^(c) 小計	567.2 ^円 309.7 238.8 102.2 1,217.9	948.2 ^円 38.3 100.3 193.8 1,280.6	658.2 ^円 47.9 39.8 128.8 874.7	176.1 ^円 59.4 — 29.2 264.7	240.3 ^円 23.5 11.4 96.2 371.4	12.3 ^円 35.0 — 5.8 53.1	— ^円 23.1 — — 23.1
流動費用	ガソリン・ オイル 修理費 賃金 その他 小計	1,112.0 363.8 2,903.8 194.0 4,573.6	435.7 57.0 1,907.1 176.4 2,524.2	402.7 100.0 1,407.8 158.6 2,069.1	— 113.1 3,929.0 27.0 4,069.1	178.4 28.8 1,448.0 45.3 1,700.5	— 29.0 1,968.8 5.1 2,002.9	— — 2,521.8 — 2,521.8
合計	計	5,791.5	3,804.8	2,943.8	4,333.8	2,071.9	2,056.0	3,308.3
備考	牛乳出荷利 用の比率 ^(d) 出荷距離 (片道) 出荷乳量 (年当り) ^(e)	23.47 % 1,508 km 21.0379トン	28.91 % 1,606 km 25.0261トン	32.5 % 1,429 km 13.6646トン	72.1 % 0,576 km 11.8561トン	28.2 % 0,671 km 29.4609トン	59.6 % 0,195 km 21.9539トン	— 0,096 km 18.1584トン
								0,977 km 17.3605トン

注: (a), (b)は定額法によって求めた。耐用年数も聞き取り調査による。
 (c)の利子率は6%とした。調査年償却額に對する利子負担は、償却額の半額についてのみみた。理由は本文に記載。
 (d), (e)は本文に記載。
 (f)の出荷乳量は、当該運搬車で出荷した分だけである。従つて第5表の乳量と多少の差がある。

て出荷に要した労賃として求めた。また農家が牛乳出荷に利用する車は必ずしも牛乳出荷専用ではなく、他の農作業にも利用される場合があるから出荷費用算出のためには、車が出荷によってどの程度消耗されたかが明らかでなければならぬ。それで各農家で車がどの程度牛乳出荷のために利用されているかその比率を聞き、更に別に車の年間走行距離と年間出荷距離から割り出した出荷距離比率を求め、次に両者の比率の平均値を求めてそれを当該車の牛乳出荷に利用される割合とした。車の年間走行距離が不明なものについては、農家が答えてくれた比率だけを用いた。勿論このようにして求めた比率は農家の主観的判断が含まれているものであるが、今のところこれに代わる方法は見あたらない。牛乳出荷に要した償却費は、この割合を年間償却費に乗じて算出した。利子負担額については、牛乳販売代金は一カ月ごとに決算されて農家に支払われているから、調査年度内償却額についても、正確には月別に利子負担額を算出しなければならないが、それは面倒なので、ここではその半額についてのみ利子を負担するものとした。この点、他の農産物の場合と利子算出方法が異なっている。

調査した出荷費用は牛乳一トン当り平均三三〇・八・三円である。運搬車別に比較すると、小型トラックが最も高く、次に自転車、軽四輪車、単車等々の順である。費用の構成をみると、労賃を除いたいわゆる物財費は小型トラック、軽四輪車、単車、耕転機、自転車の順で少なくなっているが、労賃についてはむしろ逆で、自転車が最も高い。だが前にも述べたように、牛乳出荷にどの車が使用されるかは、農家の牛乳出荷量と出荷距離に密接な関係がある。そして運搬車と費用との関係は運搬車別に事情が異なる。つまり自転車を利用して農家は乳量も少なく距離も短い、軽四輪車はその逆である。そこで、実際には運搬車の選択は乳量および距離とどんな関係にあるか調査資料で検討してみると（サンプルの分散をみて両極限のサンプル二つずつを除く）、

小型トラック	年間出荷乳量	農家へ集乳所の距離(片道)
軽四輪車	六・〇—四九・〇トン	〇・八一—二・五km
單車	五・〇—四一・〇〃	一・〇—一六・五〃
自転車	三・五—二六・〇〃	〇・二—一六・〇〃
耕転機・テラー	三・〇—二〇・六〃	〇・一五—一・五〃
リヤカー・一輪車	二九・〇—一四・〇〃	〇・三—一〇・八〃
至近距離で車なし	八・〇—四二・三〃	〇・〇—二—〇・四〃
	四・七—三五・〇〃	〇—〇・二〃

である。つまりどの運搬車を採用するかは決定は、乳量と距離の函数であつて、それらの変数を無視して運搬車を自由に選択することは起こりえない。そして前述の如く、運搬車が決まると、単位乳量当りの運搬費用が距離と乳量でいかに変化するかその事情が決まる。こういう事情は、J・ロビンソンにおける技術スペクトル (Spectrum of Techniques)⁽¹⁾ の発生に似ている。それで完全な分析としては、運搬手段も内生変数として考察する必要がある。しかし、実際の計算過程では運搬車をも内生変数として方程式に組み入れる試みは成功せず、運搬車別に式をたてて考察した。この考察によって、運搬手段の変化が乳量と距離の関係で乳量単位当りの出荷費用にいかに影響するかを明らかにする。

以上のような函数として拋物線型の函数を選んだ。元来、農産物単位量当りの輸送費用と輸送距離との関係は、輸送量を一定と仮定すれば、距離が長くなるに従ひ正比例的かあるいは不比例的に通減するといわれている。⁽²⁾ 本研究においても、年間の出荷乳量を一定の幅に定めて、牛乳単位量当り出荷費用と出荷距離を軸とした座標上にサン

プルをドットしてみると、その散らばり方は第一象限に原点に対して凸の直角双曲線が描かれる。だが他方単位乳量当り出荷費用と運搬乳量との関係は、出荷距離を一定の幅に固定した場合に、負の型の拋物線が描かれる（例えば自転車、單車の場合）。運搬車の如く、数年の使役に耐える機械で、且つ一定の積載量を標準として製造されている車については、積荷単位量当り費用と運搬距離および積載量との関係は、距離と積荷がある標準の水準に達するまで費用は通減し、その後は通増すると考える方が現実に近いであろう。勿論単位量当り費用最小の水準は、距離と乳量の両者の関係で決められるものであり、その関係は車の種類によって異なるものである。かくして次のような二次函数式を選び、最小自乗法によってそのパラメーターを計測した。これは牛乳出荷の運搬車別の平均出荷費用函数である。但し、本稿では以下の分析は運搬車の中から小型トラック、軽四輪車、單車、自転車のみを取りあげた。耕耘機・テラーは使用例が少なく、リヤカー・一輪車は恒常的な一つの運搬手段と見做し難いからである。

$$C_i = \alpha + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i1}^2 + \gamma_1 x_{i2} + \gamma_2 x_{i2}^2 + \delta (x_{i1} x_{i2}) + \epsilon x_{i3} + u \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 C_i ：牛乳トン当り出荷費用（単位：千円）

x_{i1} ：年間牛乳出荷量（単位：トン）

x_{i2} ：出荷距離（農家の庭先より集乳所までの間、単位：km）

x_{i3} ：車を牛乳の出荷に使用する比率（単位：%）

$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon$ ：推定すべきパラメーター

u ：確率誤差

変数をいろいろ組みかえて計測してみたが、最もあてはまりのよい計測結果は次に示すとおりである。 R^2 は決定

係数、係数の下の（ ）内の数字はその係数の標準誤差を表わし、〔 〕内の数字はその係数の標準偏回帰係数を示す（この約束は、本稿以下同様にする）。

軽四輪車： $C_1 = 3.5682 - 0.15201 x_1 + 0.0017186 x_1^2 - 0.015135 x_2 + 0.00052382 x_2^2 + 0.053616 x_3 \dots\dots (2)$

$$(0.058634) \quad (0.00070319) \quad (0.010008) \quad (0.00032297) \quad (0.0096521) \\ [0.37228 \cdot 10^{-1}] \quad [0.46093 \cdot 10^{-3}] \quad [0.48426 \cdot 10^{-1}] \quad [0.95212 \cdot 10^{-5}] \quad [0.53276 \cdot 10^{-1}]$$

$$n = 34, \quad R^2 = 0.9556$$

単 車： $C_1 = 4.4493 - 0.38994 x_1 + 0.0078378 x_1^2 + 2.90170 x_2 - 0.31773 x_2^2 - 0.0409565 x_1 x_2 + 0.016837 x_3 \dots\dots (3)$

$$(0.18670) \quad (0.007436) \quad (0.89543) \quad (0.11738) \quad (0.035195) \quad (0.012763) \\ [0.17387 \cdot 10^0] \quad [0.69746 \cdot 10^{-3}] \quad [0.89602 \cdot 10^{-1}] \quad [0.11233 \cdot 10^{-3}] \quad [0.25073 \cdot 10^{-3}] \quad [0.19629 \cdot 10^{-5}]$$

$$n = 60, \quad R^2 = 0.9390$$

小型トラクタ： $C_1 = 4.1650 - 0.33374 x_1 + 0.0039776 x_1^2 + 0.62126 x_2^2 + 0.078251 x_3 \dots\dots\dots (4)$

$$(0.21125) \quad (0.0036291) \quad (0.23233) \quad (0.034750) \\ [0.14900 \cdot 10^0] \quad [0.24760 \cdot 10^{-2}] \quad [0.30942 \cdot 10^0] \quad [0.15073 \cdot 10^{-1}]$$

$$n = 13, \quad R^2 = 0.9366$$

自転車： $C_1 = 6.0135 - 0.13712 x_1 + 2.97730 x_2^2 - 0.00029419 x_1 x_2 \dots\dots\dots (5)$

$$(0.099828) \quad (0.80596) \quad (0.00013480)$$

$$[0.48076 \cdot 10^{-7}] [0.96581 \cdot 10^{-7}] [0.11986 \cdot 10^{-5}]$$

$$n = 35, \quad R^2 = 0.8121$$

決定係数はいずれも高度の確率で有意である。パラメーターの推定値はどの車についても九五%以上の確率で有意である。標準偏回帰係数の値は独立変数相互間の関係の相対的強さを知るのに有効である。 x_1 、 x_2 、および x_3 はそれぞれ内容が異なるから、回帰係数をそのまま比較しても費用Cに対する強さを知るのに無意味である。標準偏回帰係数はその間の関係を示している。

変数 x_3 は、前述の如く当該運搬車が牛乳出荷に利用される比率であるが、この比率は農家の牛乳出荷量が多くなれば高まるし、逆に減少すれば低くなるという函数関係にある。従って、 x_3 は x_1 の函数として表わすことができる。 x_3 の独立変数を含む小型トラック、軽四輪車、單車についてそれぞれこの関係を計測してみると結果は左のとおりであった。

$$\text{軽四輪車} : x_3 = 57.5918 + 0.101472 x_1 \dots\dots\dots (6)$$

$$(0.052064)$$

$$n = 21, \quad R^2 = 0.4082$$

$$\text{單車} : x_3 = 14.2298 + 2.19476 x_1 \dots\dots\dots (7)$$

$$(0.46076)$$

$$n = 40, \quad R^2 = 0.6065$$

$$\text{小型トラック} : x_3 = 0.4624 + 2.1204 x_1 \dots\dots\dots (8)$$

(1.4562)

$$n = 13, \quad R^2 = 0.5291$$

ここで、 x_3 , x_1 は前述の費用函数と同じ。

n はサンプル数である。

これら x_3 の函数を、車別の費用函数、(2)、(3)、(4)、(5) 式に含まれる独立変数 x_3 と置き換えると、費用函数に含まれている独立変数は全部乳量 x_1 と距離 x_2 で表わされる。

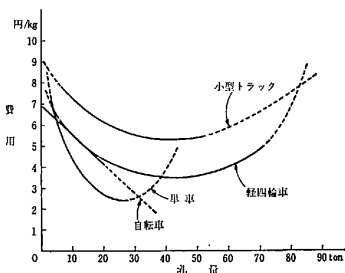
運搬手段が乳量と距離に密接な関連をもっていることは前に見たが、乳量と距離が変化した場合に費用はどの程度変化するか、更にそれは運搬車相互ではどういう関係にあるか、これらの点を費用函数を用いて考察してみよう。

先ず一定距離のもとで乳量が増減した場合に費用はどう変化するかを考察する。この場合、出荷距離を運搬車別に分類した農家の平均出荷距離とし、この距離のもとで乳量が増減したら費用はどう変化するかを見る。例えば、単車では年間平均出荷距離は第六表に示したように一・四二九 km であるから、この値と、 x_3 の函数(7)式を、単車の費用函数(3)式に代入する。すると(3)式は、

$$C_1 = 9.2454 - 0.4847 x_1 + 0.0078378 x_1^2 \dots\dots\dots (9)$$

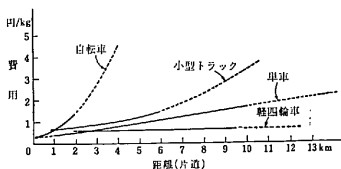
と変形され、費用 C_1 は乳量 x_1 のみの函数となる。そこで x_1 にいろいろの値を代入して C_1 の変化をみる。他の車についても同様の計算を行なつて、乳量と費用の関係を図示すると第2図の如くである。この図で実線の部分は実際に農家が存在する範囲であり、点線の部分はそれを延長した線である。この図から次のことが推察できる。すなわち酪農家が牛乳出荷のため運搬車を選択する場合に、もし農家の出荷距離が現状のままであるならば、年間出荷量が

第2図 距離を一定とした場合の乳量と平均費用の関係



注. 実線の部分はサンプルが分散する範囲で、点線はそれを延長したものである。

第3図 乳量を一定とした場合の距離と平均費用の関係

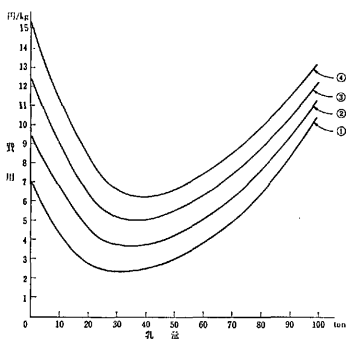


注. 実線の部分はサンプルが分散する範囲で、点線はそれを延長したものである。

五トン以下では自転車を使用するのが費用が最小であり、五—約三九トンでは単車がよく、三九—約八三トンでは軽四輪車がよく、それ以上多ければ小型トラックを使用するのがよい。しかし現実の農家の出荷量からみれば、大部分の農家は単車で間に合い、乳量がE L階層に属する小数の農家でも軽四輪車で充分間に合うことになる。

出荷距離の変化と費用の関係についても同様な操作によって乳量を平均量に固定した費用函数を求め、その結果を図示すると第3図のとおりである。現在の全農家平均出荷乳量を前提とすれば、農家と集乳所の距離が約〇・四km以下の農家は、自転車で出荷するのが費用が最小であり、〇・四—三・五kmの時には単車がよく、それ以上長い場合は軽四輪車がよい。小型トラックは現在の乳量を前提とする限り不必要である。現地調査にあたって、僅か数

第4図 距離と乳量と平均費用の關係



注. ①現在の距離. ②現在の2倍の距離.
③現在の3倍の距離. ④現在の4倍の距離.

す。この図から、距離の変化に対する費用の変化は曲線のシフトの幅として、乳量の変化に対する費用の変化は曲線の傾斜から読みとることができる。また距離が延長することにより、平均費用の極小点は右に移動し、その時の乳量は増加している。

2 集乳所および支部における費用

集乳所の運営を直接担当しているのは、集乳所単位にそこを利用する酪農家をグループに形成されている支部である。支部の大きさは、酪農家五、六名のところから三、四十名に達するところがあり、支部ごとに支部長と会計

本の牛乳罐を小型トラックに積んで出荷している光景が見られたが、これは農家自身も指摘したとおり現状の乳牛飼養頭数の段階では経済的効果を無視した贅沢な方法であるといえる。

では、運搬車と距離と乳量を同時に変化させて最小費用で出荷しようとする場合に、この三者はどのような関係にあるだろうか。簡単に第2図に相当するグラフを描き、多少模式的な図形になるが、その包絡線を求め、更に平均距離の二倍、三倍、四倍の値を代入してそれぞれ値の包絡線を描いて図示した。それを第4図に示す。

担当者が決められている。支部運営費は、大部分の支部で牛乳販売代金の中から一ないし〇・四％の割合で徴収された金額が主要な資金であるが、不足する場合は人頭割で一戸当り二百円から千円ぐらい余分に徴収している。集乳所における費用のうち、建物や冷凍機の修理費、電気料、諸雑費等の流動費の大部分は、牛乳販売代金の中から一定比率で徴収した資金でまかなわれ、会議費や委員手当金等は人頭割りで徴収した資金でまかなっている。酪農家はまたその地域の総合農協にも属しており、若干数の支部は総合農協の建物の一部を集乳所として利用したり、あるいは総合農協の敷地に集乳所を建てている。そしてそのような集乳所は総合農協に対しても手数料を支払っている。

集乳所の建物、冷凍機、秤、アルコール検査器具等の建物・機械類は、支部が属する専門酪農協の所有物である。そこで酪農家は自分の属する専門酪農協に対しても牛乳販売代金の中から手数料を支払う。その額は専門酪農協によって異なるが、八つの専門酪農協で牛乳一kg当り五〇銭から一円五〇銭の幅があり、平均一円二七銭である。

更に、F酪連は酪連自体の手数料を販売代金の中から牛乳一kg当り二円六五銭徴収している。その手数料の一部は、集乳所から工場まで集乳する運搬賃としてF酪連運送KKに支払われ、他はF酪連の事業の資金に当てられる。F酪連の主要な事業は酪農家に対する営農指導と人工授精、蹄削り、乳牛の医療サービス等で、それぞれ専門の職員をおいている。

それ故、集乳所から工場に到る集乳費用の正味の額は、手数料の合計ではなく、手数料として徴収された金額の一部分である。従って費用の調査は、実際の集乳の仕事に携わる機関の係を訪ね、帳簿類を直接閲覧し、費目別に集計して算出した。その額は第七表に示すとおりである。牛乳一トン当り平均一〇九二・六円かかっているが、費

第7表 集乳所における費用

(単位：牛乳1トン当たり円)

費		目	金 額
集乳所費用	固定費	建物償却費・利子(1)	184.4
		冷凍機償却費・利子(2)	391.7
		備品償却費・利子(3)	18.2
		借地料	7.6
		税金	26.2
		小計	628.1
	流動費	建物修理費	4.8
		冷凍機修理費	22.5
		電気料	384.5
		諸雜費	19.7
		會議費・委員手当金	33.0
	小計	464.5	
合 計		1,092.6	
備考	集乳所支部手数料	452.6	
	総合農協手数料	50.1	
	専門酪農協手数料	1,153.7	
	F酪連手数料	2,650.0	
	手数料合計	4,306.4	

注. (1), (2), (3)の計算方法は、第6表で求めた方法と同じである。

目のなかで大きなものは冷凍機械の償却費と電気料である。電気消費量は、牛乳の取扱量にほぼ比例して増加するものであるが、冷凍機や建物償却費は固定的費用である。従って集乳所は、出荷される乳量に対応して規模をどの程度の大きさに定めたらよいかということが大きな問題である。そこで乳量と規模は牛乳単位量当りの費用にどの程度の影響を与えているか平均費用函数を計測して考察し

てみよう。

$$C_{71} = 3.2087 - 0.026917 \bar{x}_1 + 0.00005300 \bar{x}_1^2 + 0.055616 \bar{x}_2 \dots \dots \dots (10)$$

$$(0.0072504) \quad (0.000017205) \quad (0.13233)$$

$$[0.28821 \cdot 10^{-2}] \quad [0.27642 \cdot 10^{-5}] \quad [0.254403 \cdot 10^{-1}]$$

$$n = 40, \quad R^2 = 0.6324$$

ここで、 C_{II} ：集乳所における費用（単位：牛乳1トン当り千円）

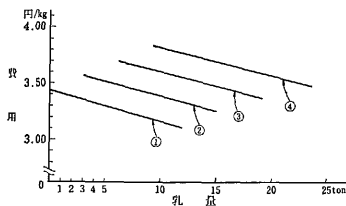
$\bar{x}_1$ ：牛乳の取引量（単位：トン）

$\bar{x}_2$ ：集乳所の規模（単位：石）

R^2 はあまり高くないが九五%以上の確率で有意である。係数の標準誤差は $\bar{x}_2$ の値が残念ながらやや大き過ぎる。集乳所の乳量と費用の関係をみるために、(10)式の $\bar{x}_1$ に現在の平均規模の値を代入して次の如く変形し、

$$C_{II} = 3.42616 - 0.026917 \bar{x}_1 + 0.000630 \bar{x}_2^2 \dots\dots\dots (11)$$

$\bar{x}_1$ に乳量のいろいろの値を代入してみよう。すると集乳所の規模が現状の大きさ（三・九二石）のもとで、乳量の



注. ①現在の集乳所の平均規模

- | | | | |
|---|---|---|-----|
| ② | " | " | の2倍 |
| ③ | " | " | の3倍 |
| ④ | " | " | の4倍 |

増減に対する平均費用の変化の状態が明らかに、それを図示すると第5図の曲線①が描かれる。曲線の傾斜から取扱乳量の変化に対する平均費用の変化が読み取れる。更に規模を現状の二倍、三倍、四倍にして同様の傾向を見ると、同図の曲線②、③、④が描かれ、規模の変化に対応する平均費用の変化が曲線のシフトの幅から読みとれる。規模一石の変化は、平均費用牛乳1kg当り一四・二銭の割合で影響している。

3 集乳所から工場までの集乳費用

集乳を担当しているF酪連運送KKの帳簿から集乳費を推計することは、いわば本会社の経営分析をすることであり、集乳費について原価計算を行なうことである。費用推計方法について簡単に説明しておく。本会社の事業は、F酪連傘下の酪農家の集乳業務だけでなく、飼料や酪農施設器材の運搬、更に福岡県内の雪印乳業株式会社の工場で処理加工された製品の運搬等も行なっている。それで本会社の業務を、事務管理等の一般経理部門と、トラックを運転する実務の二部門に分け、一般経理部門に要する費用を一般事業費とし、実務に要する費用を直接費とした。一般事業費のうち、集乳事業に要した費用の算出は、本会社の総事業収入のうち集乳事業によって得られた運賃収入の割合を求めてこれを一般事業費に乗じて求めた。この比率は毎月異なるので月別に計算したが、調査年度内を平均すると一七・五%である。直接費の算出は次の如くである。合計一五台のトラックは運転手とその助手達を組にして集乳コース別に配置され、一日の集乳の仕事が終った後には、雪印乳業会社の工場の製品を運搬する仕事につく。毎日の運搬乳量や走行距離だけでなく、修理費や燃料費も車別に記録されている。調査にあたっては、それらの記録を一カ年分整理し、車別にその車が得た総運賃収入のうち集乳によって得た分の比率を求め、この比率を直接費総額に乗じて集乳事業に要した直接費用とした。

このようにして算出した集乳費を一般事業費と直接費に分けて示すと第八表のとおりである。総費用は牛乳一トン当り一一七二・六円である。費目別に検討すると、直接費および一般事業費共に人件費が高く物的費用はそう多くはない。役員報酬を含めると人件費は総費用の半分以上になる。

集乳用トラックの集乳能率に影響を与えている経済的要因としては、トラックの規模、積荷の大きさ、走行距離、

第8表 集乳所より工場までの集乳費用(牛乳1トン当り)

費 目		費 用
(a) 直 接 費	自動車減価償却費・利子(c)	162.2 円
	部品取りかえ費用	38.8
	修 理 費	78.8
	燃 料 費	78.2
	運転手給料・賃金・賞与・退職積立金	442.0
	運転手福利・厚生費	19.8
	保 險 料	33.4
	事故費(原乳流失)	11.4
	小 計	864.6
(b) 一 般 事 業 費	土地・建物賃借料・修繕費	17.6
	備 品 費	10.8
	支払利子・分担金	27.6
	交際費・会議費	37.6
	役 員 報 酬	39.0
	事務職給料・賞与・賃金・退職積立金	123.4
	事務職福利・厚生費	13.8
	租 税 公 課	17.4
	雑 費	20.8
	小 計	308.0
合 計		1,172.6
備 考	総粗収入に占める集乳事業収入の比率	17.50%
	車別運賃収入に占める集乳運賃収入の比率	36.20%
	1車1日平均集乳量	2.006トン
	1車1日平均走行距離	47.28km
	1コース上の集乳所の平均数	4.2カ所

注. (a), (b)の算出方法は本文に記載した.

(c)は第6表で求めた方法と同じ.

コース上における積荷の回数、道路の状態等いくつかの要因が考えられる。実際にはこれらの要因は集乳費用にどのように関係しているか、ここでも拋物線型の二次函数をあてはめ、集乳費用の平均費用函数を計測して考察してみた。

$$C_m = 1.4887 - 0.0015003X_1 + 0.00000041458X_1^2 + 0.029681X_2 - 0.00078123X_2^2 + 0.0033377\left(\frac{X_2}{R}\right)^2 \cdots (12)$$

$$(0.00053151) \quad (0.00000021183) \quad (0.036690) \quad (0.00073962) \quad (0.0016728)$$

$$[0.34487 \cdot 10^{-4}] [0.19356 \cdot 10^{-9}] [0.57671 \cdot 10^{-3}] [0.25756 \cdot 10^{-4}] [0.13848 \cdot 10^{-3}]$$

$$n = 15, \quad R^2 = 0.9718$$

ここで、 C_{II} : 牛乳運搬費用 (単位: 牛乳 1 トン当り千円)

X_1 : 牛乳運搬量 (単位: トン)

X_2 : 牛乳運搬距離 (単位: 1,000km)

$\frac{X_3}{R}$: 集乳コース上における集乳所の数 (単位: カ所)

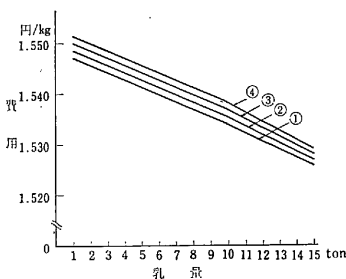
計測結果は、 R^2 は極めて高く、標準誤差は変数 X_2 を除いていずれも小さい。標準偏回帰係数の値から、 C_{II} に対して、 X_2 、 $\left(\frac{X_3}{R}\right)^2$ 、 X_1 、 X_2^2 、 X_1^2 の順に大きく影響していることが読みとれる。

それでは、費用に対して積荷の乳量と走行距離はどの程度関係しているのだろうか。(2)式の X_2 と $\frac{X_3}{R}$ に、それぞれ一コースの一日平均走行距離四七・二八km、平均集乳所数四・二を代入すると(2)式は次式の如く、費用 C_{II} は乳量 X_1 だけで表わされる。

$$C_{II} = 1.8268 - 1.5003 X_1 + 0.00041458 X_1^2 \dots\dots\dots (13)$$

X_1 にいろいろの値を代入して、 C_{II} との関係を見ると、第6図の曲線①が描ける。更に同様に X_2 に現在の走行距離の二倍、三倍、四倍の値を代入して X_1 と C_{II} との関係を見ると、同図の曲線②、③、④が描ける。この図で、乳量の変化に対する費用の変化は曲線の傾斜から、距離の変化に対する費用の変化は曲線のシフトの幅から読みとることができる。すなわち、走行距離を一定に固定すると、積荷の乳量が一トン増加すると、牛乳一トン当り平均集乳費用

第6図 集乳所・工場間の集乳路線における乳量と距離と平均費用の關係



注. ①現在の距離
 ②の2倍
 ③の3倍
 ④の4倍

は一・五円減少する(牛乳1kg当りでは〇・一五銭)。乳量を一定として、走行距離の変化に対する費用の変化をみると、距離が二倍、三倍になるにつれて、一トン当りの平均集乳費用は一・四円増加する(1kg当りでは一四銭)。

注(一) J. Robinson, *The Accumulation of Capital*, 1956, p.101.

(二) エドガー・エス・ダン『農業生産立地論』(阪本平一郎・原納一雅共訳(昭和三五年)、六六頁。またチュエーネン『孤立国』において、穀物価格の決定に対する輸送費用計算の場合にも同様に考えられている。同書、近藤康男訳(昭和一八年)、第一編第四章。

〔注〕牛乳が農家から工場に到るまでの三段階の費用を合計すると、牛乳1kg当り五円五七銭に達する。農家の牛乳販売価格は年平均工場着1kg当り三八円三九銭であるから、五円五七銭はその一四・五一％である。勿論これは全部貨幣で支払われているものでなく、その中の一部は農家自身の労働によって支払われている。それにしても一四・五一％という比率は高い。ちなみにアメリカと比較してみよう。

現在アメリカではバルク集乳方法が一般化しているが、この方法が普及する以前においては日本と同じく罐集乳が行なわれていた。コーネル大学、L・スペンサー教授(Leland Spencer, *An Economic Study of the Collection of Milk at Country Plant in New York*, Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bul. No. 486, 1928)のニューヨーク州市乳供給圏における一九二七年の調査ではこの比率は一六％であった。しかし、S・マイヤーとW・マード(Sidney Ishee and W. L. Barr, *Effects of Bulk Milk Assembly on Hauling Cost*, The Pennsylvania State Univ. College of Agr. and Agr. Exp. Sta. Bul. No. 641, 1958)がペンシルバニア州で行なった一九五七年の調査では五・〇％に減少している。他方バルク集乳方法におけるこの比率をみると、R・シンクレア氏(Robert O. Sinclair, *Economic Effect of Bulk Milk*

Handling in Vermont, Univ. of Vermont and State Agr. College, Vermont Agr. Exp. Sta. Bul. No. 581, 1955 がバーモント州で一九五二年に行なった調査では一五・八%である。米国農商務省の資料 (*U.S.D.A., Marketing Costs and Margins for Fresh Milk, U.S.D.A., Miscel. Publ. No. 733, 1958*) によると一九五七年罐集乳方法もバルク集乳方法も合わせて平均一〇・〇%である。わが国と比較すると、比率が低いだけでなく、彼地では輸送距離が著しく長いから、実質的な格差はもっと大きいとみてよい。

それでは、何故わが国ではこのように費用が大きいのか。一言でいえばその最大の原因は酪農業の小規模生産という点にある。

五 罐集乳圈内における運搬手段と集乳所および費用の関係

前章で牛乳の出荷から集乳過程を三段階に分けて費用を推計し、各段階の費用函数によって費用に影響している諸要因を考察した。本章では出荷から集乳の全過程の費用について、三段階を全体として眺めた場合、どの段階の施設をどう変えると費用はどう影響されるかという点を考察する。但し若干の前提がある。それは調査時点におけるF酪連の罐集乳方式がそのまま継続されるものと仮定し、酪農家と集乳コースの数は現状のままとし、所与の条件とする。従って、変化させる要因は、農家の牛乳生産量、出荷距離とそれに対応する運搬車の種類の選択、集乳所の数と規模、集乳コース上における集乳所の数等である。なお、三段階を合計した費用、つまり農家の庭先から工場までの費用を合計したものを総過程費用と呼ぶことにし、本稿で以下同様に用いる。

本章では初めに集乳圏における全集乳所の数と総過程費用の関係を、次に総過程費用を最小ならしめる集乳所の数を農家が出荷に使用する運搬車の種類との関係で決定し、続いて適当なる集乳所の規模を計算する。

1 集乳所の数と総過程費用の関係

結論から先に述べれば、圈内の集乳所の数を減少し、一集乳所当りの規模を拡大すれば、総過程費用は減少し得る見込みがある。

このような結論が導かれる分析の方法は次のとおりである。

先ず、三つの段階について、段階別に総費用関数を計測する（前章で計測したのは平均費用関数である）。

第1段階

$$\text{軽四輪車} : TC_1 = 57.849 - 0.3148x_1 + 0.00071316x_1x_2 - 0.11727x_2 \dots\dots\dots (14)$$

$$(0.052736) \quad (0.00012377) \quad (0.33849)$$

$$n=23, \quad R^2=0.8593$$

$$\text{単 車} : TC_1 = 9.3571 - 0.93198x_1 + 0.6053x_2 + 0.36368x_2 \dots\dots\dots (15)$$

$$(0.44676) \quad (0.18986) \quad (0.10773)$$

$$n=40, \quad R^2=0.9326$$

$$\text{小型トラック} : TC_1 = 4.4405 + 2.1725x_1 + 15.8980x_2 \dots\dots\dots (16)$$

$$(0.47855) \quad (7.2773)$$

$$n=13, \quad R^2=0.9471$$

$$\text{自転車} : TC_1 = 38.404 - 0.81075x_1 + 1.0842x_1x_2 \dots\dots\dots (17)$$

$$(0.5523) \quad (0.61955)$$

$$n=35, \quad R^2=0.8302$$

ここで、 TC_1 ：年間牛乳出荷量の総費用（単位：千円）

x_1, x_2, x_3 ：四章1節で計測した平均費用函数の場合と同じ

第二節

$$TC_2 = 42.689 + 0.55571\bar{x}_1 - 0.0011727\bar{x}_1^2 + 0.033432\bar{x}_2 \dots\dots\dots (18)$$

$$(0.25190) \quad (0.00069365) \quad (0.0098418)$$

$$n=40, \quad R^2=0.8867$$

ここで、 TC_2 ：集乳所における年間牛乳取扱量の総費用（単位：千円）

$\bar{x}_1, \bar{x}_2$ ：四章2節で計測した平均費用函数の場合と同じである

第三節

$$TC_3 = 88.223 + 0.59284X_1 - 0.00011221X_1^2 + 0.011276X_2 - 0.028429X_2^2 + 3.7160\left(\frac{X_2}{R}\right)^2 \dots\dots\dots (19)$$

$$(0.19687) \quad (0.000081212) \quad (0.014066) \quad (0.00040495) \quad (0.64133)$$

$$n=15, \quad R^2=0.9890$$

ここで、 TC_3 ：罐トランクの年間牛乳運搬費用（単位：千円）

$X_1, X_2, \frac{X_2}{R}$ ：四章3節で計測した平均費用函数の場合と同じである

計測結果は、決定係数はいずれも高く極めて高度の精度を有している。各係数の標準誤差は軽四機車の $\bar{x}_2$ を除いていずれも小さい。

第Ⅰ段階からは軽四輪車(4式)を例としてとりあげ、総過程費用を TC_I とし、その総費用を TC_I とすると、軽四輪車で出荷する場合の総過程費用の総費用は次の如く表わせる。

$$TC_I = nTC_I + NTC_{II} + RTC_{III} \dots\dots\dots (20)$$

但しここで集乳圈内の総農家数を n 、総集乳所数を N 、総路線数を R としている。

いま集乳圏内で現在出荷されている総乳量を前提とし、 N の数を減少し、一集乳所の規模を拡大するとする。すると第Ⅰ段階は、出荷距離 x_1 が増加して nTC_I は増加するが、 x_2 の値が極めて小さいので、その増加は小さい(但し小型トラックを除く)。

第Ⅱ段階については、

$$x_1 = \frac{p}{N}, x_2 = \frac{q}{N} \quad (p, q \text{ は定数}) \text{ とおく、18式は}$$

$$TC_{II} = 42.689 + 0.55571 \left(\frac{p}{N} \right) - 0.0011727 \left(\frac{p}{N} \right)^2 + 0.033432 \left(\frac{q}{N} \right)$$

第Ⅱ段階の総費用は、

$$NTC_{II} = 42.689N + 0.55571p - 0.0011727 \frac{p^2}{N} + 0.033432q$$

明らかに N の減少と共に NTC_{II} は減少する。

第Ⅲ段階については、 N の減少と共に集乳距離 X_2 は減少し、集乳所の数 X_3 は N だから同じく減少する。自乗項の係数が極めて小さいので、 X の減少と共に RTC_{III} は減少、従って RTC_{III} は減少する。かくして TC_I は減少する。すなわち、集乳圏内の集乳所の数を減少すれば、総過程費用も減少する。

2 総過程費用を最小にする集乳所の最適数と最適規模

前節で、現在の集乳方法の下では集乳所の数を現状の一二七カ所より減少させた方が、出荷および集乳過程の総過程費用は減少することを指摘した。では一体集乳所の数はいくつにしたらよいのか、また、規模はどのくらいの大きさでよいのかを明らかにしよう。一集乳圏内における集乳所の数と集乳所の規模との関係は、圏内で出荷される乳量を一定とすれば、数が多くなればなるほど規模は小さくてよいし、数が少なくなればなるほど規模は拡大しなければならない。また集乳所の数と農家の出荷距離との関係は、数が多くなれば短くなるし、その逆は逆である。それらの関係を牛乳単位量当りの運搬費用で見れば次のとおりである。例えば集乳所の数を減少した場合、四章で考察したように、第Ⅰ段階では出荷距離が長くなるが、費用は運搬車の種類によって異なるから、距離に見合った運搬車の選択が必要であり、第Ⅱ段階では集乳所の規模拡大よりも乳量増加による費用節減の方がやや大きく、第Ⅲ段階では、集乳距離は長くなるが一コース当りの集乳所の数が減少するから費用はどう変化するか不明である。従って集乳所の数がいくつになった場合に総過程費用はどのくらいになるかということは簡単に決められない。それで本節では農家が出荷に使用している運搬車別に、牛乳単位量当りの総過程費用を最小にする場合の、圏内の集乳所総数を計測し、次に集乳所の規模を決定する。

初めにモデルの構築過程を説明する。再び四章で計測した費用函数を登場させよう。第Ⅰ段階は例として軽四輪車の費用函数をとる。つまり以下に示すモデルビルディングは、集乳圏内の全部の農家が出荷に軽四輪車を使用するものとして、総過程費用を最小にする集乳所の数を求めることを例としている。前四章で計測した(2)、(10)、(12)式の独立変数はそのままし、係数を符号で置き換え、次のように表わす。

$$C_I = \alpha_I - \beta_I \cdot {}_1x_1 + \beta_I \cdot {}_2x_1^2 - \gamma_I \cdot {}_1x_2 + \gamma_I \cdot {}_2x_2^2 + e_I x_3 \dots\dots\dots (21)$$

$$C_{II} = \alpha_{II} - \beta_{II} \cdot {}_1\bar{x}_1 + \beta_{II} \cdot {}_2\bar{x}_1^2 + \kappa_{II} \bar{x}_2 \dots\dots\dots (22)$$

$$C_{III} = \alpha_{III} - \beta_{III} \cdot {}_1X_1 + \beta_{III} \cdot {}_2X_1^2 + \gamma_{III} \cdot {}_1X_2 - \gamma_{III} \cdot {}_2X_2^2 - \mu \left(\frac{X_3}{R} \right)^2 \dots\dots\dots (23)$$

集乳圈内の総農家数を n 、総集乳所数を N 、総路線数を R とすると、総過程費用関数は (21)、(22)、(23) 式から次のとおり表わせる。

$$\begin{aligned} C_T = nC_I + NC_{II} + RC_{III} = n\{\alpha_I - \beta_I \cdot {}_1x_1 + \beta_I \cdot {}_2x_1^2 - \gamma_I \cdot {}_1x_2 + \gamma_I \cdot {}_2x_2^2 + e_I x_3\} \\ + N\{\alpha_{II} - \beta_{II} \cdot {}_1\bar{x}_1 + \beta_{II} \cdot {}_2\bar{x}_1^2 + \kappa_{II} \bar{x}_2\} + R\{\alpha_{III} - \beta_{III} \cdot {}_1X_1 + \beta_{III} \cdot {}_2X_1^2 \\ + \gamma_{III} \cdot {}_1X_2 - \gamma_{III} \cdot {}_2X_2^2 - \mu \left(\frac{X_3}{R} \right)^2\} \dots\dots\dots (24) \end{aligned}$$

ここで、調査時点におけるF酪連集乳圈内の既存の農家数、集乳路線数はそのまま存在することを前提として、 n と R は所与の値でそれぞれ八八五と二五である。ここでは集乳路線は、圈内の集乳所の数を減少させても農家の位置を移動させることはできないから、集乳コースの数も不変と前提している。集乳所数 N は現在一二七であるが、求めるべき集乳所数は未知数で、それを X_3 とする。

式 (24) における変数は相互に次の関係にある。

$$x_2 = f \left(\frac{X_3}{R} \right)$$

何故なら、一コースにおける集乳所の数が決まると、従属的に農家と集乳所間の出荷距離が決まる。

$$x_3 = f(x_1)$$

この関係は調査資料から直接に計測した。計測結果は四章の一節に記述した(6)、(7)、(8)、式である。

$$\bar{x}_1 = \frac{n x_1}{X_3}, \quad \bar{x}_2 = \frac{n x_2}{X_3}$$

$\bar{x}_1$ も $\bar{x}_2$ も共に集乳圈内の総出荷乳量を X_3 で割ったものである。従って、 X_3 の値が決まると、従属的にこれらの値も決まる。但し、 $\bar{x}_2$ には idle-capacity がなくと仮定している。すると $\bar{x}_1 \parallel \bar{x}_2$ となる。

$$X_1 = \frac{n x_1}{R} \text{ は既知である。}$$

$X_2 = f\left(\frac{X_3}{R}\right)$ 、この関係は調査資料から直接計測した。結果は次のとおりである。

$$X_2 = 12.1643 + 8.72774 \frac{X_3}{R} - 0.287294 \left(\frac{X_3}{R}\right)^2 \dots\dots\dots (25)$$

$$(0.676755) \quad (0.0484270)$$

$$n = 25 \quad R^2 = 0.994466,$$

かくして、総過程費用函数(24)式は二個の独立変数 x_1 (戸当り年間出荷乳量) と X_3 (圈内の集乳所の数) で置き換えられる。すなわち、

$$C_T = F(x_1, X_3)$$

の関係であり、 C_T は x_1 と X_3 の函数関係で表わされる。(24)式に x_1 、 X_3 、それに既知のパラメーターを代入して整理すると次式の如くなる。

$$C_T = 3,533.22 - 115.9486 x_1 + 1.53395 x_1^2 + 3.20597 X_3 + 0.083534 X_3^2 + 41.51093 \frac{x_1^2}{X_3} \dots\dots\dots (26)$$

右は軽四輪車の場合であるが、七章で必要になるので、ここで単車、小型トラック、自転車についても計測した総過程費用函数も掲げておこう。

$$\text{車} \quad C_T = 4, 306.09 - 335.9949x_1 + 6.94944x_1^2 + 3.30201X_3 + 0.075182X_3^2 + 41.5109 \frac{x_1^2}{X_3} \dots\dots\dots (27)$$

$$\text{小型トラック} : C_T = 4, 152.47 - 253.4229x_1 + 3.53294x_1^2 + 1.15811X_3 + 0.24724X_3^2 + 41.5109 \frac{x_1^2}{X_3} \dots\dots\dots (28)$$

$$\text{自転車} : C_T = 6, 145.66 - 97.1723x_1 + 0.012988x_1^2 - 6.61846X_3 + 0.618011X_3^2 + 41.5109 \frac{x_1^2}{X_3} \dots\dots\dots (29)$$

軽四輪車の例に戻って、 C_T を最小ならしめる X_3 と x_1 の値は、(28)式から同時に求められる。得られた最小値は、 X_3 の値が四六・四七三、 x_1 が二三・八八九三であった。

かくして、軽四輪車を使用する場合に総過程費用を最小ならしめる集乳所数は四六カ所と決定された。單車、小型トラック、自転車を使用する場合についても同様の方法によって計測した結果は、

單車……………四四カ所

小型トラック…………三九 "

自転車……………四一 "

であった。現在集乳所数は一二七カ所であるから、計測結果はその約三分の一の数である。すなわちこれは、F酪連の現状の罐集乳方法のもので、牛乳の出荷および集乳費用を節減するためには、現在の約三分の二の数の集乳所を撤去したほうがよいことを意味している。

次に集乳所の規模を計算しよう。先に構築したモデル(24)式の中で、集乳所における収容規模には遊休施設が存在しないことを仮定して、集乳所に集められた乳量 $\bar{x}_1$ と規模 $\bar{x}_2$ は等しいとした。圈内の集乳所全体の収容能力は、圈内に存在する酪農家全体の生産量を収容できる規模であればよい。従って、一集乳所の最小規模は、(24)式から得られた農家一戸当り出荷乳量 x_1 の最小値を圈内総農家数でアグリゲイトしたものを、集乳所数 X_3 の最小値で割った値

の大きさであればよい。また集乳所へ出荷された牛乳の集乳は毎日一回行なわれているから、その規模は一日当りの出荷量を収容できればよい。運搬車別に計測結果を示すと次のとおりである。

軽四輪車で出荷する場合……………六・七一二石

単車で出荷する場合……………六・二五二石

小型トラックで出荷する場合……………九・一三三石

自転車で出荷する場合……………一四・九三五石

但しこの場合、集乳所の規模は遊休施設がない最小規模を前提としているが、実際には農家における生産量は季節によって変化するため、出荷量も季節的に変化する。年間の出荷量の変化を月別にみると、五月が最高で月平均に対し約二七%増加している。それ故実際には、最小規模に対しこの程度の余裕を見込んで規模を決めなければならない。

六 罐集乳方法からバルク集乳方法に切り替わった場合の、圏内における運搬手段、集乳所および費用の関係

前章では、F酪連の現状の罐集乳方法をもとにして、総過程費用を最小にする集乳所の数と規模を計測した。この章では、F酪連の集乳方法を罐集乳からバルク集乳に切り替えた場合に、集乳所の最適なる数と規模はどの程度であるかを計測する。

初めに、バルク集乳方法では集乳のために実際どれくらいの費用がかかっているかを調査資料をもとに推計する。

調査の対象となつたのは、先に述べたように熊本県酪連傘下のバルク集乳によるクーラーステーションとその集乳路線である。

1 バルク集乳方法による集乳費用の推計とその分析

ここでも集乳所から工場に至る集乳過程を二つに分け、集乳所における費用と集乳所から工場に到る費用を別々に推計した。本稿では罐集乳方法との関連で、前者がバルク集乳における第Ⅱ段階、後者が第Ⅲ段階をなすものである。熊本県におけるこれらの調査は、前に述べたように、昭和三十九年に農林省が「乳業合理化促進調査事業」のために行なつた調査表の原表を利用したもので、F酪連で調査した場合のように、現地で直接帳簿類を整理したものではない。だが原表を利用するにあたって次の点について若干の補足と修正を加えた。すなわち、

第9表 バルククーラーステーションにおける費用(牛乳1トン当り)

費 目	費 用
建物・機械の償却費、利子	156.4円
修繕費	44.8
固定資産税	2.8
労務費	310.6
電気・電灯料	187.1
光熱費	12.9
借地料	2.8
消耗品費	56.0
諸雑費	7.8
合 計	781.2

注 1. バルククーラーステーション18カ所の平均である。

2. 原資料は、農林省「乳業合理化促進調査事業」にもとづき、熊本県酪農協同組合連合会が調査したものである。

のではない。だが原表を利用するにあたって次の点について若干の補足と修正を加えた。すなわち、農林省の調査は、調査期間を八月と二月の二カ月間に限っており、且つ全国一律同一の調査表を用いている。そのため各地域の特殊事情が正しく反映されていまいきがあり、その上八月と二月の平均は必ずしも年間平均と一致しないという不都合がある。現地で原表を前にし、関係者と協議の上、原資料を若干補足し修正した。

(イ) バルククーラーステーションにおける費用

一八ヶ所のバルククーラーステーションにおける費用を示すと第九表のとおりで、牛乳一トン当り平均七八・二円である。この額は、罐集乳方法の場合の集乳費用が一〇九二・六円であったから、それと比較すると著しく少ない。しかし、バルククーラーステーションとF酪速の集乳所とは規模が大きく異なる。そこで、罐集乳所の場合と同じように、クーラーステーションの規模と乳量を独立変数に入れて、平均費用関数を計測してみよう。

$$C_{UB} = 2.3190 - 0.00086483\bar{x}_1 + 0.000000040451\bar{x}_1^2 - 0.029744\bar{x}_2 + 0.000012183\bar{x}_1\bar{x}_2 \dots\dots\dots (30)$$

$$(0.00025960) \quad (0.00000010039) \quad (0.018852) \quad (0.000011587)$$

$$n=18, \quad R^2=0.7343$$

ここで、 C_{UB} ：バルククーラーステーションにおける牛乳一トン当り費用（単位：円）

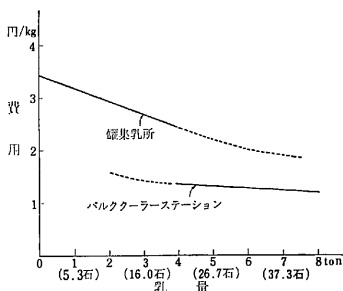
$\bar{x}_1$ ：牛乳の取引量（単位：トン）

$\bar{x}_2$ ：バルククーラーステーションの罐数（単位：石）

$\bar{x}_1$ の係数は殆んどゼロに近いから、乳量一トン当り増加に対し、平均費用約八六銭の割合で減少する。規模一石の増加は約二九・七円の減少となっている。

参考のために(30)式の $\bar{x}_2$ に平均規模三一・七を代入して、乳量と平均費用の関係をグラフにし、罐集乳所の同様の函数(31式)を同じ図上に描くと、第7図のとおりである。クーラーステーションの場合には、実際には二〇石以下の規模のものは存在しないので、罐集乳所と直接比較できないが、第7図からもし規模を縮小して五、六石の大きさにしても、それを規模いっばいに操業すれば、同等の大きさの罐集乳を規模いっばいに操業した場合よりも費

第7図 罐集乳所とバルククーラーステーションにおける乳量と平均費用の関係



注. 実線の部分はサンプルが分散している範囲であり、点線はそれを延長したものである。

用は低いと推測される。しかし、両方を函数から比較することはデータが不足しているので、更にはちいった分析は後日にゆずりたい。

(ロ) タンクローリー車の集乳費用

クーラーステーションから工場までの集乳は、熊本県酪連からK牛乳輸送株式会社に委託されている。県酪連はこの輸送会社と契約を結び、一定の基準で牛乳運搬代金を支払っている。この基準は、コース別に乳量と距離を勘案し、五〇石と二五石入りのタンクローリー車にそれぞれ牛乳を満載した場合、一回運搬するごとにいくらかという具合に決めた標準運賃である。実際にはもし、車の収容能力いっぱいには満載されないで走った場合は、運賃は標準の何%引きという修正が行なわれて支払われている。従ってK牛乳輸送KKは、コース別にクーラーステーションの乳量に合わせて集乳にあたる車を選び、一回の集乳を如何に能率的に行なうかを考えている。調査にあたっては、県酪連で年間の集乳運賃、運搬乳量、走行距離をコース別に集計し、それから集乳費用を計算した。それ故、ここで調査した費用は、K牛乳輸送KKが請負った運賃であって、F酪連運送KKの調査のように経営分析によって得た費用とは性格が異なるものである。しかし、この運賃は極めて妥当な額のように思われる。参考のために大分県で筆者がF酪連KKで行なったのと全く同じ方法で調査した例をあげておこう。大分県では県下で生産される牛乳の約九

第10表 大分県におけるタンクローリー車の集乳費用(牛乳1トン当り)

費 目	費 用
一 般 事 業 費 (a)	98.8 円
自動車の償却費・利子 (b)	323.5
人 件 費	246.8
保 険・税 金	44.9
燃 料 費	190.5
部品とりかえ、修理費	111.3
諸 雑 費	13.6
合 計	1,029.4

- 注 1. 10トン車1台、8トン車4台の平均である。
 2. 調査期間は昭和41年4月から10月までの6ヵ月間である。
 3. 1台の1日平均走行距離は 160.2 kmである。
 4. (a)は第7表で計算した方法と同じである。
 (b)は第6表で計算した方法と同じである。

送KKに支払った一カ年分の運賃は、牛乳一トン当り平均五四〇・五円であるから熊本は大分の約半分である。それで運搬距離を比較すると、大分県では一台が一日平均一六〇・二km走っているのに対し、熊本県では七九・七kmで、熊本は大分の二分の一の距離である。運搬費用は走行距離と積荷量の函数関係にあることを考えれば、実質的には両者の費用の間に殆んど差がないと考えてよい。

次に熊本県酪連での調査資料をもとにして、タンクローリー車の平均費用函数を計測してみよう。

$$C_{\text{乳}} = 0.57332 - 0.00049384X_1 + 0.0000017713X_1^2 + 0.10469X_2 - 0.00085248X_2^2 \dots\dots\dots (31)$$

$$(0.00069915) \quad (0.00000014986) \quad (0.034370) \quad (0.00034022)$$

$$n=14, \quad R^2=0.6956$$

六%を大分酪農協同組合が集乳しており、熊本県と同じように基幹集乳所としての役割を果たすバルククーラーステーションが県下に五カ所ある。そしてクーラーステーションから工場までの集乳は、農協が所有する五台のタンクローリー車で行なわれている。分析の結果は第一〇表に示すとおりである。牛乳一トン当り平均一〇二九・四円である。ところが熊本県酪連がK牛乳輸

ここで C_{mb} : 牛乳運搬費用, 牛乳1トン当り (単位: 千円)

X_1 : 牛乳運搬量 (単位: トン)

X_2 : 牛乳運搬距離 (単位: 1,000m)

R^2 の値はあまり高くなく、函数のあてはまりはあまり正確ではないが、有意性の検定ではほぼ成功している。各変数の標準誤差は X_1 がやや大きい、他はいずれも小さい。

そこで、クーラーステーションの分析で行なったのと同じように、(4)式の距離 X_2 に一日当り平均走行距離を代入して、積荷の乳量と平均費用の関係をグラフに表わし、同様の方法で描いたF酪連の罐集乳所の費用曲線(第6図

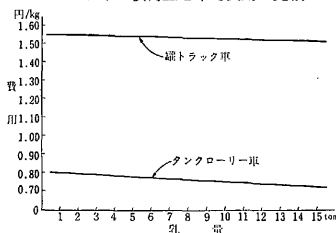
の曲線①)と比較してみると第8図に示すとおりである。費用函数から計算された集乳費用は、罐トラックに対してタンクローリー車は約半分で、積荷の量が多くなるほど僅かながらその差は拡大している。

2 バルク集乳方法のもとで総過程費用を最小にする集乳所の数と規模

F酪連の集乳方法が罐集乳からバルク集乳に切り替わった場合に、総過程費用を最小にする集乳所の数を求め、次にその時の一集乳所当りの規模を計算しよう。

この場合のモデル構築過程で、ここでも調査時点におけるF酪連の実態を前提としているから、圏内の総農家数と集乳路線は所与の条件でそれぞれ八

第8図 罐トラックとタンクローリー車における積荷量と平均費用の比較



八五戸と二五コースである。また農家から集乳所までの出荷は、農家自身が行なうものであり、出荷に使用する運搬手段も現状の車種がそのまま引き続き使用される。バルク集乳に切り替わることによって、変化するのは、集乳所が罐冷凍施設からバルク冷凍施設に変えられるのと、集乳所から工場までの集乳が罐トラックからタンクローリー車に変えられることである。

モデルビルディングは再び第Ⅰ段階からは軽四輪車の費用函数をとり出し、第Ⅱ、第Ⅲ段階からはバルククーリーステーションとタンクローリー車の費用函数を登場させる。前記(2)、(8)、(31)の三つの式から総過程費用函数を合成する。

$$C_{TB} = nC_I + NC_{TB} + RC_{TB}$$

以下の展開は五章二節で示したものと全く同様である。総過程費用函数 C_{TB} は次のとおりである。

$$\text{軽四輪車} : C_{TB} = 3,175.3584 - 114.8990x_1 + 1.52651x_1^2 + 2.31727X_3 + 9.57371\frac{x_1^2}{X_3} \dots\dots\dots (32)$$

$$\text{単 車} : C_{TB} = 3,906.8637 - 319.9392x_1 + 6.9420x_1^2 + 3.35616X_3 - 0.082838X_3^2 + 9.57371\frac{x_1^2}{X_3} \dots\dots\dots (33)$$

$$\text{小型トラック} : C_{TB} = 4,152.4711 - 252.3733x_1 + 3.5255x_1^2 + 0.26841X_3 - 0.16379X_3^2 + 9.57371\frac{x_1^2}{X_3} \dots\dots\dots (34)$$

$$\text{重 車} : C_{TB} = 6,145.6594 - 96.1227x_1 + 0.005549x_1^2 - 7.50816X_3 + 0.53457X_3^2 + 9.57371\frac{x_1^2}{X_3} \dots\dots\dots (35)$$

これから C_{TB} を最小ならしめる X_3 と x_1 の最小値を求める。

計測結果は次のとおりである。 X_3 の値から集乳所の数は、

軽四輪車……………七〇カ所

単 車……………四五 //

小型トラック……三・一カ所

自転車……一九〇〃

である。

この値から前回と全く同じ方法で一集乳所当りの最小規模を計算すると、

軽四輪車で出荷する場合……六・三七七石

単車で出荷する場合……六・四一九〃

小型トラックで出荷する場合……一三・七二〇〃

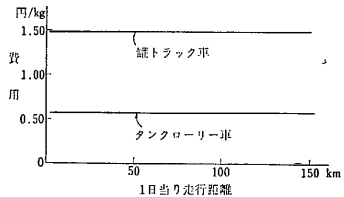
自転車で出荷する場合……五・八四四〃

である。

総過程費用函数を最小ならしめる集乳所数を、五章で求めた罐集乳方法の場合と比較すると、バルク集乳による場合の方が、小型トラックを除いて、僅かながら多くなっている。その原因は、罐トラックよりもタンクローリー車の方が運搬の能率が高いからであろう。積荷量と費用の関係では罐トラックよりもタンクローリー車の方が高効率であることはすでに第8図で見たが、同様の操作を両方の費用函数に施して走行距離と費用の関係をみると第9図のとおりである。両方の車がそれぞれ平均乳量を積んだ場合、走行距離についてもタンクローリー車の方が費用が低くて能率が高い。

農家が自分で担当する出荷距離は、集乳所の数が多くなれば、短縮される。それ故、バルク集乳に切り替えることによって、集乳所の最適数が罐集乳の場合より若干数増加したということは、罐トラックよりもタンクローリー

第9図 罐トラックとタンクローリー車における走行距離と平均費用の比較



七 罐集乳方法とバルク集乳方法の最適操業規模の比較

では、罐集乳とバルク集乳とは一体どちらを採用するのがよいのか。つまりF酪連としては、現状の罐集乳方法のままで集乳所の数を縮小したらよいのか、あるいはバルク集乳方法に切り替えた方が酪連の収益は増加するのか、この点を検討してみよう。酪連自身としては利潤の追求を目的としているのではないから、集乳に要する費用が節約されれば、その結果として農家から徴集している手数料の額を切り下げ、農家の手取価格を上げることが出来るだろう。

一車の方が高能率であるだけでなく、第I段階の農家が行なう出荷距離を短縮して、その分をタンクローリー車に任せた方がよいことである。その際、もし園内で生産される総出荷量を一定として集乳所数を増加させれば、一集乳所の規模は縮小することになるが、クーラーステーションの費用函数で検討する限り、規模が縮小しても平均費用には殆んど関係ないと推論される。この論理を押し進めると、農家の乳牛飼養がある程度大きな規模に達した場合、集乳にタンクローリー車を採用するならば、集乳所を廃止し、車が各農家の庭先まで個別にまわって集乳することが、集乳費用を最も節約することになる。但し、実際にはその際農道の整備等が必要とするが。

初めに罐集乳の場合から検討する。五章二節で導出した総過程費用函数(8)、(9)、(10)式は各運搬車別に合成した平均費用函数であった。五章二節ではこれらの式を用いて、総過程費用 C_T を最小ならしめる農家一戸当り年間出荷量 x_1 と圏内の集乳所数 X_3 の値を求めたわけである。ここでは先ず、それらの x_1 と X_3 の値の時に総過程の平均費用 C_T はどのくらいかを計算してみる。それは(8)、(9)、(10)式に求められた x_1 と X_3 の値を代入することによって計算される。得られた結果は左のとおりで、 x_1 の値と対比させて記そう。

軽四輪車……………	二三・七九五トン、二・四七八円（1kg当り）
単 車……………	二一・二八五〃、一・〇二一〃（〃）
小型トラック……………	二七・五六二〃、一・〇八一〃（〃）
自転車……………	四七・三八〇〃、四・六一〇〃（〃）

また、(8)、(9)、(10)式を用いると種々の考察が可能である。例えばF酪連の酪農家一戸当りの出荷乳量が調査年度内の平均量の時に総過程の平均費用はどのくらいであるかという点を見るためには、 x_1 の値を最小値の代わり平均量を代入して C_T の値を計算すればよい。

また(8)、(9)、(10)式の X_3 に、F酪連の罐集乳圏における全集乳所数一二七を代入すると、F酪連の集乳所数が現状の場合の費用函数が乳量 x_1 だけで導かれ、その場合の最適出荷乳量と平均費用が計算される。

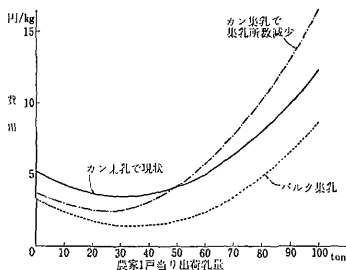
次に、バルク集乳方法に切り替わった場合、 C_{TB} を最小ならしめる X_3 の値のもとで、 x_1 と C_{TB} はどう変化するかの考察は、全く同様にして前章で計測した(8)、(9)、(10)式を用いて行なえる。

それらの計算結果を一覧表にして示すと第一一表のとおりである。この表から軽四輪車を例にしてみると、F酪

第11表 集乳方法別に計測した1農家当り出荷乳量と総過程の平均費用の関係

		軽四輪車		単車		小型トラック		自転車	
		乳量	平均費用	乳量	平均費用	乳量	平均費用	乳量	平均費用
現状の乳	平均費用の極小点	31,112 kg	3,460 円/kg	23,218 kg	2,038 円/kg	32,807 kg	4,067 円/kg	141,883 kg	10,641 円/kg
	平均出荷量の点	25,026	3,529	13,665	2,682	21,037	4,602	11,856	14,019
集乳所 で少	平均費用の極小点	23,889	2,478	21,285	1,021	27,562	1,081	47,380	4,610
	平均出荷量の点	25,026	2,482	13,665	1,479	21,037	1,262	11,856	5,905
バルク 集乳	平均費用の極小点	34,540	1,353	22,351	0,481	32,910	0,165	859,116	0,048
	平均出荷量の点	25,026	1,504	13,665	1,021	21,037	0,706	11,856	16,281

連の現状の罐集乳方法のもとで集乳所数が現在の一二七カ所では、平均費用を極小にする農家一戸当り年間出荷乳量は三一・一一二トンであり、その時の総過程費用は平均一kg当り三・四六〇円である。調査年度内に軽四輪車を出荷に使用する農家の一戸平均出荷乳量は二五・〇二六トンであるから、その時の平均費用を計算してみると一kg当り三・五二九円となる。次に集乳所数が四六カ所に減少すると、平均費用極小点の乳量は二三・七九五トンで、費用は一kg当り二・四七八円である。農家の平均出荷乳量の時は一kg当り二・四八二円である。バルク集乳方式に切り替えて集乳所数を七〇カ所に定めた場合は、平均費用極小点の乳量は三四・五四〇トン、費用は一kg当り一・三三三円、平均出荷量の時は一・五〇四円である。これらの関係を図示すると第10図の如くで明瞭である。

第10図 集乳方法別の総過程費用曲線
(軽四輪車の例)

最後にF酪連の最適操業規模を検討してみよう。初めに罐集乳方法で集乳所数を最適数に定めた場合から行なう。

先に導出した(26)、(27)、(28)式に、 X_3 の最小値を代入して総過程の費用関数を乳量 x_1 だけの平均費用関数にする。更にこれに x_1 を乗ずると総費用関数が得られ、次にこれを x_1 で微分すると限界費用関数が得られる。軽四輪車の場合を例にして示すと、

$$\text{平均費用関数 (ATC)} = 3,857.4494 - 115.9486x_1 + 2.43636x_1^2$$

.....(36)

$$\text{総費用関数 (TC)} = 3,857.4494x_1 - 115.9486x_1^2 + 2.43636x_1^3$$

.....(37)

$$\text{限界費用関数 (MC)} = 3,857.4494 - 231.8972x_1 + 7.30909x_1^2 \dots\dots\dots(38)$$

である。

他方、四章で計算したように、軽四輪車の出荷費用は牛乳一トン当り三八〇四・八円(第六表)を要し、更に集乳所から工場に到達するまでの農家も出荷量に比例して各段階で手数料をとられるが、その総額は牛乳一トン当り四三〇六・四円(第七表)で、それらの合計は八一・一・二円に達する。このように第I段階で要した費用と、農協で取得する手数料を合計したものを便宜上出荷価格と呼ぶ。手数料はどの農家も均一であるが、出荷費用は運搬車の種類で異なるから、出荷価格も運搬車の種類によって異なってくる。この出荷価格のもとで、利潤を最大にする

乳量の水準が最適出荷量である。更にそれをF酪連集乳圏全体の農家数でアグリゲイトしたものが、F酪連の最適操業規模である。

利潤最大化のための一階の条件は、限界費用とこの出荷価格が等しい点である。軽四輪車の例では、 MC と出荷価格を等しいとおくと、

$$MC = 3,857.4494 - 231.8972x_1 + 7.30909x_1^2 = 8,111.2$$

この二次方程式を解くと、 x_1 は四四・七三六とマイナス一三・〇〇九が得られる。利潤最大化の二階の条件は、 $\frac{d^2TC}{dx_1^2} > 0$ であるから、ここでは四四・七三六の場合だけである。乳量がこの時に利潤が最大となる。利潤の額を計算すると、

$$\pi = 8,111.2x_1 - (3,857.4494 - 231.8972x_1 + 7.30909x_1^2) = 204,248.4$$

すなわち、軽四輪車を使用する場合、利潤を最大とする出荷乳量は四四・七三六トンで、利潤は二〇万四二四八円である。

ところでこの利潤は、出荷価格に第一段階の出荷費用を含んだものをとっているから、正確に表現するならば、出荷費用込み利潤とでもいうべきものである。そこで、出荷費用を差し引いて正味の利潤を計算しよう。出荷乳量に単位量当り出荷費用（三八〇四・八）を乗ずると、費用総数一七万〇二二二円が得られる。出荷費用込み利潤から費用総額を差し引くと三万四〇三七円が得られ、これが正味の利潤である。

F酪連の集乳圏全体で、この正味利潤がどのくらいになるかを見るために、圏内の総農家数で個別の利潤をアグリゲイトしてみよう。F酪連の総農家数は八八五戸であるから、酪連の利潤総額は三〇一二万三〇二五円となる。

第12表 集乳方法別に計測した最適出荷量と出荷および集乳による利潤

出 荷 価 格 (トン当り)	軽 四 輪 車		単 車		小型トラクタ		自 転 車	
	8,112千円		7,2502千円		5,7915千円		4,3338千円	
現 状 の 軽 集 乳	最適出荷乳量 (1戸当り)	51,3949トン	32,6451トン	47,1736トン	145,9234トン		57,0200千円	
	出荷費込み利潤 (1戸当り)	199,5183千円	148,4100千円	246,9500千円	632,4028 "		575,3828 "	
	出 荷 費 用 (1戸当り)	195,5473 "	96,1006 "	273,2059 "	△26,2559 "		△509,213,7780 "	
	利 潤 (1戸当り)	3,9710 "	52,3094 "	△23,236,4715 "				
集 乳 所 減 少	F 酪連の利潤総額	3,514,3380 "	46,293,8190 "	△23,236,4715 "	△509,213,7780 "			
	最適出荷乳量 (1戸当り)	44,7361トン	31,8933トン	45,5442トン	52,4737トン		210,0100千円	
	出荷費込み利潤 (1戸当り)	204,2484千円	170,3300千円	263,7692 "	227,4105 "		△17,4005 "	
	出 荷 費 用 (1戸当り)	170,2119 "	93,8875 "	79,1708 "	△15,399,4425 "			
バ ル ク 集 乳	F 酪連の利潤総額	30,122,3025 "	67,651,6125 "	70,066,1580 "	△15,399,4425 "			
	最適出荷乳量 (1戸当り)	61,5872トン	34,1570トン	53,3052トン	1,058,9950トン		25,071,3000千円	
	出荷費込み利潤 (1戸当り)	291,2640千円	197,1600千円	444,4500千円	4,589,4725 "		20,481,8275 "	
	出 荷 費 用 (1戸当り)	234,3270 "	100,5514 "	308,7171 "	120,123,6165 "			
集 乳	利 潤 (1戸当り)	56,9370 "	96,6086 "	135,7329 "	18,126,417,3300 "			
	F 酪連の利潤総額	50,389,2450 "	85,498,6110 "					

注1. △印は負を示す.

2. 集乳価格とは手数料総額と出荷費用を合計したものである (第6, 7表を参照).

これは罐集乳方法の場合で、集乳所数を四六カ所に減少し、圈内の全部の農家が軽四輪車を使用した場合であるが、集乳所が現状の一七カ所、またバルク集乳で集乳所を七〇カ所に減少した場合も同様にして計算できる。それらの計算を單車、小型トラック、自転車についても行なつて、一覧表にして示すと第一二表のとおりである。

第一二表でF酪連の利潤総額を検討すると興味深い点が多々指摘される。例えば罐集乳方法で、集乳所数が一二七カ所の場合は、單車を出荷に使用した時に利潤最大であり、小型トラック、自転車では逆に負の利潤が生ずる。ところが、集乳所を最適数に減少させると、小型トラックを使用した場合に利潤が最大となる。更にバルク集乳に切り替えて集乳所を最適数にしると、自転車を使用する時に利潤最大となる。またF酪連の最適操業規模を示す最適出荷乳量は、罐集乳方法で集乳所数が現状より減少した場合には乳量も減少するが、バルク集乳方法に切り替わった場合は現状よりも増加する、等々。

八 要約と若干の展望

一、酪農業の現在の飼養規模の水準では、各農家が自分の家に牛乳の冷却機を設置することはできない。農家における牛乳の冷却方法の実態はいまだ極めて原始的である。それで牛乳の冷却は大部分の農家が集乳所に持参して、集乳所の冷凍機で冷した水槽に漬けている。その場合、集乳所の近くに立地する農家や單車、軽四輪車等適当な運搬手段を備えている農家はたいして問題ないが、集乳所から遠く離れ、その上適当な運搬手段のない農家は、出荷に支障をきたし、昼、夜に搾った牛乳を自宅にとめておくのに充分な冷却が大きな問題である。特に西南暖地では、梅雨期から盛夏にかけてこれが農家の深刻な問題で、この時期には搾った牛乳を井戸に吊したり、家庭用冷蔵

庫に入れたり、また夜の搾乳時刻を夜中に遅らせて自宅にとどめておく時間を短縮して腐敗を防ぐ努力をしている。

二、酪農家における乳牛飼養規模水準が低いのと、冷却施設が不完全である故に、現在の如き冷凍機を備えて、幾人かで共同利用する形態の集乳所が必要不可欠である。

三、農家が集乳所へ牛乳を出荷するのに用いる運搬車は、出荷距離と出荷乳量の関係で選ばれている。調査農家二八戸の中で最も多く使用されているのは單車で、次に自転車、軽四輪車の順である。

四、牛乳が農家の庭先から工場までに到る費用は、牛乳1kg当り五・五七四円で、これを段階別にみると、

第Ⅰ段階	農家から集乳所まで	三・三〇八円	五九・三%
第Ⅱ段階	集乳所にて	一・〇九三〃	一九・六〃
第Ⅲ段階	集乳所から工場まで	一・一七三〃	二一・一〃
合計		五・五七四〃	一〇〇〃

である。農家の牛乳販売価格は、年平均すると工場着1kg当り三八・三九円であるから、農家の庭先から工場に到る費用の合計はその一四・五一%にあたる。勿論これは全部貨幣で支払われているのではなく、その中の一部は農家自身の労働によって支払われているものであり、それは五円五七銭のうち二円二六銭である。

五、F酪連の集乳圏全体をみた場合、集乳所の数は現在の一二七カ所より減少させた方が出荷および集乳の総過程費用は節約される。集乳所の数はどのくらいが適当かということは、出荷乳量との関係で決められ、更に農家が出荷に使用する運搬車によって異なる。圏内の最適集乳所数と、その時の一戸当り出荷量を運搬車別に計算すると左のとおりである。

輕四輪車	集乳所数	四六カ所	出荷乳量	二三・七九五トン
單車	〃	四四〃	〃	二一・二八五〃
小型トラック	〃	三九〃	〃	二七・五六七〃
自 転 車	〃	四一〃	〃	四七・三八〇〃

六、牛乳の鮮度を高め、質を高水準に維持しながら、集乳圏の拡大による長距離集乳を可能ならしめるためには、現行の罐集乳方法よりもバルク集乳方法に切り替えた方がよい。F酪連の場合を例にしてバルク集乳方法に切り替えた場合、集乳圏内の総過程費用を最小にする集乳所の数と農家一戸当りの出荷乳量を計測してみると左のとおりである。

輕四輪車	集乳所数	七〇カ所	出荷乳量	三四・五四〇トン
單車	〃	四五〃	〃	二二・三五一〃
小型トラック	〃	三一〃	〃	三二・九一〇〃
自 転 車	〃	一九〇〃	〃	八五九・一一六〃

バルク集乳方法で出荷乳量が費用極小点に達した時は、罐集乳方法における同一点よりも乳量は多く、且つ平均費用は少ない。

七、将来の展望として、F酪連傘下の農家で生産される乳量が、もし減少する見込みなら現在の罐集乳方法を維持しながら集乳所の数だけを減少させるのがよく、逆にもし増加するときはバルク集乳方法に切り替えるのがよい。更に農家の飼養規模の水準が上がれば、各農家が自宅にバルク集乳所を設置し、そこをタンクローリー車で集乳す

るのがよいと推論される。

八、集乳過程における費用が節約され、F 酪連の利潤が増加すれば、その結果として農家から取得する手数料の率が切り下げられ、農家の手取り額が増加すると期待される。

〔附記〕 本研究については多くの方々のお世話になったが、とりわけ終始御指導戴いた九州大学農学部沢田収二郎教授をはじめ、土屋圭造助教授、林基助手、同農業計算学教室所属の大学院生の方々に深く負うてゐることを記して、厚く感謝の意を表したい。

（研究員）