

和牛の周期的変動の統計解析

細野 誠之 (農林経済学研究室)

Seiji HOSONO

The Statistical Analysis of Cyclic Variation in Japanese Cattle

I は し が き

経済時系列の循環変動は一般に複雑であってその周期も一定していないのが普通である。

家畜の価格と生産量の周期的変動については豚の4年周期説は世界的に認められ、日本でも同様な現象がみられ、しかも一般景気変動とは独立しておこるものとされている。その他めん羊の6~10年周期、牛の15~16年周期が広く知られている。

畜牛についてはアメリカでは15~16年周期、オランダでは5年周期で異なっているが、その周期の性格についてもしばしば論争されている。

さて日本の和牛は役肉兼用という複合的な利用目的をもち、農業経営において必要不可欠な資本財であって肉畜の利用は第二義である。従ってと殺年令も一定していないのが普通である。そこで畜牛の価格と生産飼養頭数の周期は余り明確ではない。しかし一年間の季節変動は極めて明確な周期をもっており、農業経営との関連の濃いことを示しているが、本稿では省略する。

和牛の周期変動については価格と生産頭数の統計資料が整備されていないので統計的に研究することは容易でなく桜井・小野両氏により生産地の仔牛価格に7~9年周期(8年周期)のあることが主張されているだけである。特に桜井氏は大正元年から昭和15年までの仔牛価格(鳥取県家畜市場牝価格)について論じ、牛価と同様に牛肉価格及び米価もほぼ同じ8年周期をもちまたトレンドとして牛価は米価と牛肉価格をこえて上昇していると述べている。⁽¹⁾⁽²⁾

本稿において筆者は和牛価格の循環変動において明確な8年周期が存在するかどうか検討するため、和牛価格の変動を中心として生産供給及び需要面の三要因についてその循環変動の統計解析を試みたのである。問題を時系列の変化特に循環変動がどのような構造をもつかという時系列変化の構造に限定し、経済変動がどのようにしておこるかについては一応ここではふれていない。従って周期の解析を中心とした循環変動について論じ、時系

列変化の関係分析は特に問題としてとりあげなかった。⁽³⁾

さて循環変動特に周期を統計解析するためにはかなり長期にわたる統計資料が必要であるから、比較的長期間の明治39年から昭和17年までの諸資料を利用して解析を行った。先ず価格は成役牛と肉牛については統計資料を求めることがほとんど不可能であるので、仔牛価格(牝)を中心として、戦時経済の影響をなるべくさけるために明治42年~昭和15年の鳥取県家畜市場の価格を用い、生産頭数は同県の昭和元年~17年の資料を利用した。資料は全国平均ではないが、代表的和牛生産地の価格と生産頭数であるから、一標本系列と考えることができよう。と殺頭数は全国成牛について、牛肉価格は全国卸売価格平均を利用した。また役牛飼養頭数については、役牛のみの飼養頭数の統計を長期間にわたり正確に求めることがむずかしいから全国耕用牛頭数(明治39年~昭和5年)(農林省農務局)を近似値として用いた。なお価格のデフレーターは日銀卸売物価指数(総合)昭和9~11年基準を使用し物価変動を除去した。

このように統計資料はその項数が十分に長期間にわたっていないが、以上四系列(価格・生産・と殺・肉価)の年次系列について問題を傾向変動を除去した後の時系列の循環変動に限定して、循環の性格を研究し特に8年周期についてそれが確定した周期をもっているか、或は準周期的な動向であるかどうか統計解析を行った。従来の諸説はグラフの視察により統計解析を行わないで直観的に周期を断定していたので、筆者は資料の制約条件を考えながら時系列解析の方法により統計的に分析を試みたのである。

以下先ず時系列解析方法については、問題が多いので筆者の立場を述べ、次に適用した解析方法の特質を述べてから統計解析の結果とその有意性について説明したいと思う。

II 解析方法

時系列解析は傾向変動、循環変動、季節変動及び不規則変動の四要素について行うが、本稿では傾向変動を除

去した後の定常時系列について循環変動と周期の分析を目的とした。時系列モデルとして比例的モデルを用いて、傾向線は最小自乗法により二次または三次の曲線をあてはめて傾向値を算出した。

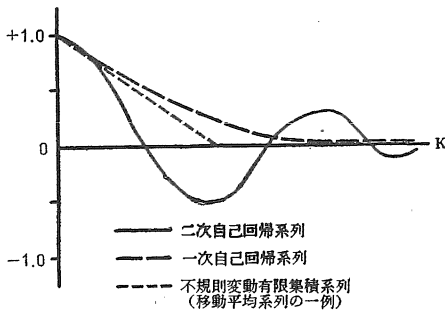
循環変動の解析は記述統計学の支配的であった時代にも行われており、その場合は与件の変動がないものと仮定して解析結果をそのまま将来の予測のための資料とすることが行われていたが、推測統計学が発展して以来問題は確率過程の推測理論として展開されてきている。しかし経済時系列の本質を考えると、このような時系列理論をそのまま応用することは問題であろう。本稿では筆者はユール (G. U. Yule), ケンドール (M. G. Kendall) 及び森田氏の理論の見地において解析を試みた。従って方法上理論的に多くの未解決の問題点が残されていることをあらかじめ述べておきたい。

循環変動特に周期変動を知る方法としては簡単なものとして、標準値 d_t/σ (σ は標準偏差, d_t は傾向値からの偏差の百分率) のグラフを作って周期を視察することにより知る方法がある。より複雑な方法としては最近ではコログラムによる判別法が多く用いられており、またシュスターの周期解析法 (ピリオドグラム分析法) もかなり広く用いられている。

1. コログラムとピリオドグラム

時系列の系列相関係数 r_k を時差 k に対して図示したグラフをコログラム (Correlogram) といい、循環変動のタイプによってコログラムはそれぞれ異なった形を示している。従って循環変動の模型についてコログラムの理論的な形を明らかにしておけば観察系列について系列相関係数を計算し、そのコログラムを視察することによって循環変動がどの類型に属するか判別することができる。

第1図 理論的コログラム



一般に循環変動の統計的模型には、周期変動の合成型 (周期系列), 不規則変動有限集積型 (移動平均系列) 及び自己回帰型の三類型が考えられ、自己回帰系列のコログラムは単調に或は振動しながら 0 に収束する曲線であるが、時差 k の有限な値に対して $r_k = 0$ となること

はない。不規則変動有限集積型では k の一定の有限値よりも大きな値に対して 0 となる点が異なっている。周期系列は 0 に収束することなく周期的変動をする。その理論的コログラムは別図のとおりである。(紙面の都合により三系列を一つのグラフで表現し周期系列については省略した。) 観察時系列が上記のどの型の系列に属するか判定するわけである。資料の項数が少ない時には一般に観察時系列のコログラムは理論的モデルと一致しないから判定が難かしいが、循環変動の構造を明らかにすることによって循環変動の原因をある程度説明することができるから筆者は仔牛価格とその変動に関連ある三系列についてコログラム判定を試みた。

なお系列相関係数の計算は複雑であり理論的にはトレンドの形態に関して一切の仮定なしに傾向変動を除去することのできる階差自己相関係数を求める方が望ましいが、ここでは計算を簡単にするため森田氏の用いる次式により計算した。

$$r_k = \frac{\sum y_t y_{t+k} - (n-k)\bar{y}_t \bar{y}_{t+k}}{\sqrt{\{\sum y_t^2 - (n-k)\bar{y}_t^2\} \{\sum y_{t+k}^2 - (n-k)\bar{y}_{t+k}^2\}}}$$

但し y_t は傾向値からの偏差, k は時差, \bar{y}_t, \bar{y}_{t+k} は $\sum y_t y_{t+k}$ の計算に用いられる偏差の $n-k$ 個の数値の平均である。

次に時系列の変化をいくつかの単振動から合成されたものと考え、時系列の中にかくれている要素の単振動の周期を検出することは調和解析といわれているが、その方法の一つとしてシュスター (Schuster) のピリオドグラム分析法 (Periodogram Analysis) がある。

この方法は所与の時系列 Y_t が試行周期 μ の単振動波を含んでいるかどうか検出するため次のように計算する。

まず試行周期を整数値 μ として項数 N を μ の整数倍にとり, $M_1, M_2, M_3, \dots, M_\mu$ を計算してから次の算式により A_2, B_2 を計算して $S^2 = A^2 + B^2$ の数値を計算する。

Y_1	Y_2	Y_3	Y_μ
$Y_{\mu+1}$	$Y_{\mu+2}$	$Y_{\mu+3}$	$Y_{2\mu}$
$Y_{(P-1)\mu+1}$	$Y_{(P-1)\mu+2}$	$Y_{(P-1)\mu+3}$	$Y_{P\mu}$
計 M_1	M_2	M_3	M_μ

但し

$$A = \frac{2}{N} \left\{ M_1 \cos \frac{2\pi}{\mu} + M_2 \cos \frac{4\pi}{\mu} + \dots + M_\mu \cos \frac{2\mu\pi}{\mu} \right\}$$

$$B = \frac{2}{N} \left\{ M_1 \sin \frac{2\pi}{\mu} + M_2 \sin \frac{4\pi}{\mu} + \dots + M_\mu \sin \frac{2\mu\pi}{\mu} \right\}$$

次に $S^2 = A^2 + B^2$ を計算する。

S^2 を調和解析の強度といい、 S^2 の数値を周期に対して図示したピリオドグラムを作り周期を判定する。

試行周期 μ が真の周期 λ に接近すると S^2 の値は大きく

なり、かつその値は単振動波の振巾の自乗に接近する。しかし単に S^2 の大きさのみではその周期の存在を保証することにはならない。それはピリオドグラムのピークが偶然の標本効果として生ずる場合が考えられるからで一般には S^2 の有意性の検定が行われている。本稿ではシュスターの検定標準を用いた。

この方法は古くから適用されているが、系列が数個の単振動波から合成されているとみなすこと自体に経済学的には問題がある。シュムペーターはその価値をかなり認めているが、アレンは古典的な方法として特に経済時系列解析にはあまり適切でないとして批判している。またケンドールはこの方法では自己回帰の系列に対しては特に存在する波動的効果を示すことができないのみならず、実在しない周期にシグニフィカントな効果の存在を示すことによって誤解を与えることがあると述べている。筆者の計算結果によってもこの方法による S^2 の数値のみでは周期検出がうまく行われなことを示している。

そこで本稿では先ず標準値 d_t/σ のグラフによって循環変動を図示し、さらにコロログラムにより循環のタイプと周期の検出を行った。シュスターのピリオドグラム法は第二義的に取扱い周期の存在を推察する補助的方法とした。

次に計算上の問題点は本稿のように資料系列の項数の少い場合、何年までの周期（時差）の検出を目的として算出するかという点であるが、ビヴェリッジの小麦価格及びケンドールの諸計算例では何れも原系列の3分の1位、或いは多くても2分の1位の年数までの周期について計算しているから、本稿でも原系列は31項であるからコロログラムでは17年時差まで計算した。ピリオドグラムは補助的方法であるから10年まで計算した。なお17項の資料系列についてはコロログラムは10年まで計算した。

次に解析結果の誤差と有意性の検定が当然問題となってくる。しかし有意性の検定は次の四条件即ち、①母集団の同質性、②諸変数の数値の分布がほぼ正規であること、③各観測値が相互に独立であること、④標本はその母集団から任意に選出されていること、の諸条件が満足された場合のみ初めて意味をもってくる。一般に経済時系列は上記の条件を厳密にみたしていると考えことはできない。従って経済時系列の統計解析結果に対して機械的に有意性の検定をすることは、単なる数理的形式主義に走ることになり経済学的に意味のない場合も多い。

従って本稿でも筆者はむしろシェファード(G. S. Shepherd) のように経済分析の有意性は客観的な統計学的検定よりもむしろ分析結果を経済理論やその商品の

特質と照合させることによって判定すべきであるという見地から解析結果の検討をしたから誤差と有意性の検定は推計学的には厳密に処理しなかつた⁽⁷⁾。

2. 自己回帰型循環変動の確率定差方程式による表現
循環変動に数式をあてはめると周期系列はフーリエ級数で表現されるが、自己回帰系列は一般に次の確率定差方程式で示される。

$$Y_t = f(Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots) + \eta_t$$

但し Y_t は時系列、 η_t は不規則変数であり確率部分という。

いま時系列が二次の自己回帰系列であれば二階の確率定差方程式 $y_t + \alpha y_{t-1} + \beta y_{t-2} = \eta_t$ で示される。但し y_t は Y_t の平均値からの偏差系列で、 $\alpha = \frac{-r_1(1-r_2)}{1-r_1^2}$ 、 $\beta = -1 + \frac{1-r_2}{1-r_1^2}$ から α 、 β の値が求められる。但し r_1 、 r_2 は一次及び二次の系列相関係数である。次に $|a| \leq 2$ 、 $0 < \beta \leq 1$ の条件が満たされない場合は上の方程式は発散する。

次にある時系列がある階数の線型自己回帰系列として表現することができるかどうか確かめるためには α 、 β の推定値で特性方程式をつくり、その根の絶対値が1より大きいかどうか計算する。もし系列が上の母数をもつ自己回帰系列を形成していれば特性方程式の根の絶対値は1より小さくなければならない。

なお系列に何階の方程式をあてはめればよいかは厳密には計算しなければならないが、ここでは省略して、一応二階までさかのぼって計算することにした。そこで本稿でも四系列を自己回帰型とみなして二階の確率定差方程式をあてはめてさらに分散を計算し、その性格を追求しようと試みた。

上述の解析方法を適用して戦前における日本の和牛の経済循環の性格を研究するため生産地和牛価格、生産頭数、全国成牛と殺頭数及び牛肉卸売価格の循環変動のタイプとその周期性を検討した。

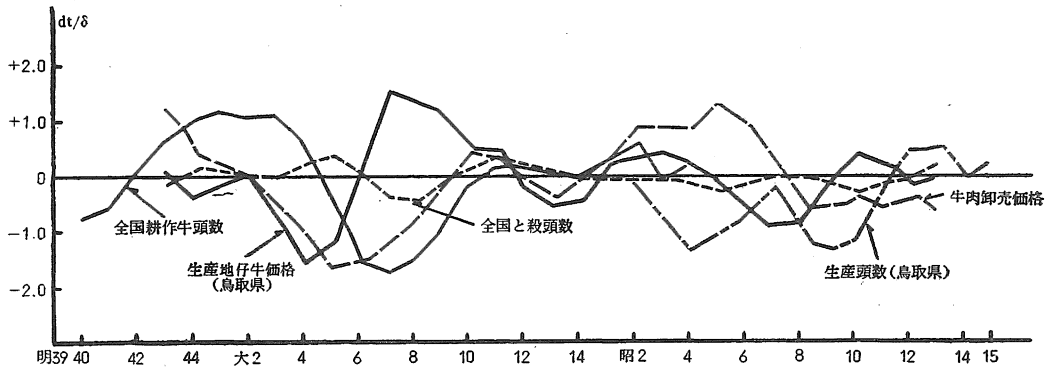
III 解析結果の統計的考察

本稿では和牛の経済循環の性格を検討するため、仔牛牝価格とその生産頭数の循環変動の計算をして、同時に需要側の価格変動要因として牛肉価格と成牛と殺頭数の変動を計算した。また役牛の循環変動については全国耕作用牛を指標として計算を行った。先ず標準値のグラフをかいて循環の状態を知り、次に循環の性格とその周期を求めるためコロログラム判定を行い、同時にピリオドグラム分析をして周期決定の参考とした。

1. 標準値 (d_t/σ) の変動

先ず d_t/σ を計算し、さらに隣接三項の移動平均値を

第2図 和牛の循環 (dt/σ)



計算して不規則変動を除去した。計算の結果 $\Sigma d_t/n$ は何れも小さく、四系列の標準値は何れも 0 ± 2.0 の範囲内にある。

先ず仔牛価格の標準値は第1図のとおり複雑な周期変動をしてその周期は明らかでない。dt/σは+1.58から-1.57の範囲で振動し、視察によると明確な周期ではないが、大正4年→同13年→昭和7年→同12年の三つの山をえがいていることがわかる。

つぎに生産頭数は、昭和元年~17年の資料であるが、+1.30から-1.38の範囲で振動し、昭和4年→9年の間で一つの山をつくり価格とは相反したうごきを示している。

需要面の指標である成牛と殺頭数の変動は図によるとその振動の振巾は他の系列に比べて小さく、+0.36から-0.41の間で変動している。特に大正末期以後の振巾は極めて小さい。大正3年→同7年→同13年の間に二つの山をつくり大正5年と11年がピークになっている。他の期間はピークが明らかではない。

牛肉価格は+1.24から-1.64の間でかなり振巾の広い波動をえがき、大正5年→同13年→昭和8年の間に二つの山をつくり、大正10年と昭和5年がピークとなっているが、周期は余り明確ではない。

なお役牛飼養頭数の周期があるかどうかは問題である。日本ではアメリカのように牛価に適応して頭数が増減する傾向はなく、別表のように昭和初期以後は有畜農業の奨励によって漸増の傾向をたどり、循環的変動はほとんど認められない。しかしそれ以前のいわば政策性向の強く作用していない時代、即ち明治39年→昭和5年の間は+1.16から-1.72の間でかなり変動しており、明治40年→大正7年の間に大正2年をピークとする山をつくり、さらに大正7年→昭和4年の間に一つの山をつくるから約12年内外の弱い周期をもっているものと認められる。

要するに標準値のグラフによると、価格・生産頭数及

第1表 役肉用牛飼養頭数の変動 (昭1=100)

年次	指数	年次	指数	年次	指数
昭1	100.0	昭10	115.2	昭23	149.7
2	100.7	11	121.6	24	162.0
3	101.0	12	125.6	25	174.7
4	101.6	13	130.5	26	173.1
5	101.8	14	135.5	27	185.4
6	102.9	15	142.6	28	193.8
7	104.0	(戦争中)		29	196.8
8	106.3	21	141.5	30	204.2
9	110.3	22	141.7	31	210.6

び牛肉価格は何れも同一期間内でかなりの振巾で変動しているが、と殺頭数の振巾は非常に小さいことが特ちょうといえよう。また周期も余り明確ではない。

第2表 系列相関係数 r_k

時差 k	仔牛価格	牛肉価格	と殺頭数	生産頭数
1	+0.336	+0.680	+0.405	+0.283
2	-0.222	+0.328	-0.257	-0.098
3	-0.335	+0.142	-0.406	-0.333
4	-0.121	+0.252	-0.220	-0.371
5	-0.095	-0.136	+0.090	-0.541
6	-0.187	-0.398	+0.028	-0.237
7	-0.227	-0.381	-0.254	+0.003
8	+0.304	-0.235	-0.095	+0.285
9	+0.336	-0.168	+0.083	+0.626
10	+0.065	-0.411	+0.161	+0.090
11	-0.346	-0.569	+0.159	
12	-0.177	-0.462	-0.056	
13	-0.187	-0.429	-0.313	
14	-0.244	-0.388	-0.470	
15	-0.317	-0.296	+0.197	
16	+0.296	+0.018	+0.563	
17	+0.727	+0.538	+0.549	

2. コレログラムによる循環変動の判定

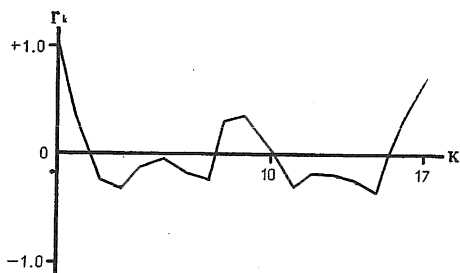
循環変動のタイプは標準値のグラフのみでは明らかにすることはむずかしいので、別図のようにコレログラムによりその変動のタイプを判定しようと試みた。(前頁第2表参照)

なお資料の項数が31年(生産頭数は17年)であるから、コレログラムは生産頭数では10年、他の三系列では17年時差まで計算した。このような比較的短期間では、コレログラムの形は一般に理論通りのタイプにならないで、系列相関の時差 k が系列の期間に比べて大きくなると組織的歪みが生じてくる。また擬似相関も発生し標準誤差の影響もはいてくるが、この点について現在は十分に研究されていないし、また相関係数の有意性の検定について必ずしも適切に処理されているとはいえない。従って万全の手段ではないが、現状ではコレログラムによる判定法は循環変動のタイプと周期の決定に最も有効な手段というべきであろう。

(1) 仔牛価格のコレログラム

コレログラムをみると系列相関係数はかなり小さく、また特別な漸減傾向を示していないから移動平均系列或は一次の自己回帰系列に属しているとはいえない。一応は二次以上の自己回帰系列であると推察することができよう。コレログラム判定の難かしいことは、ビヴァレッジの小麦価格系列についてユールとケンドールはこれを周期系列とし、ウォルドは系列の一部分の計算を行い、決定的に移動平均型(不規則変動有限集積型)を示すものと解釈しており見解が異なっている。仔牛価格の場合も本稿の資料の項数ではその判定が極めて難かしい。特に系列相関係数の数値とその有意性を厳密に考えると判定は難かしいが二次の自己回帰型であると思われる。

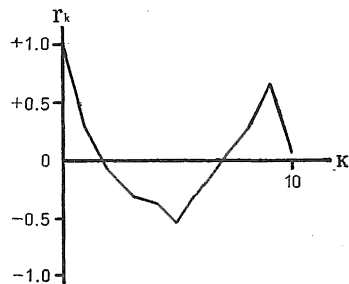
第3図 仔牛価格のコレログラム



(2) 生産頭数のコレログラム

観察系列の項数が少ないから誤差が大きく統計的に明確に結論することは難かしい。10年時差以後の相関係数の変動によって確定さるべきであろうが何れにしても二次以上の自己回帰型とみるべきであろう。

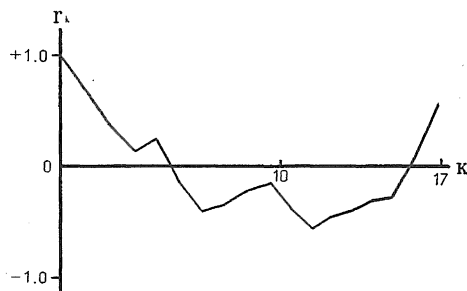
第4図 生産頭数のコレログラム



(3) 牛肉価格のコレログラム

時差5年から15年まで系列相関係数はマイナスであるから、移動平均系列に近いタイプであるが、係数の増減傾向から判断して一応二次以上の自己回帰型に属するものと考えることができよう。

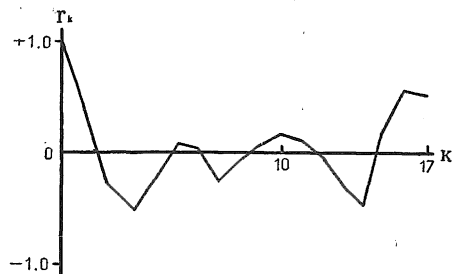
第5図 牛肉価格のコレログラム



(4) と殺頭数のコレログラム

コレログラムは不規則的な変動をしており、二次以上の自己回帰系列であると推察することができよう。

第6図 と殺頭数のコレログラム



コレログラムを四系列について観察すると以上のとおりであって、何れも理論的モデルと一致していないので判定が困難である。しかし四系列とも循環周期は明確でなく、また周期変動の合成型と考えることは経済学的には問題があるから、従って不規則変動集積型であって移動平均系列か自己回帰系列の何れかに属するが、相関係数の減少傾向が余りはっきり見られないから、ここでは特に複雑な形の二次以上の自己回帰型であると推察することができよう。また生産頭数系列については資料の項

数が不十分で判定することはできないが同様に二次以上の自己回帰型として扱った。

3. 特に周期の検出について

和牛の周期は豚のように明瞭ではないが、前述のコログラムにおける系列相関係数の変動により、その前後の値より高い r_k の値を示す k を見出し、これで周期を推察することができるから、ここではシュスターの周期分析の結果をも参考として使用してやや詳細に検討を試みた。

(1) 仔牛価格の周期

仔牛の循環変動はコログラムでみるように決して明確な周期をもつものではない。しかし通説の7~9年周期説を検討してみよう。

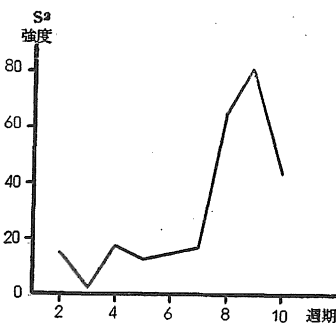
コログラムの系列相関係数値の有意性を検定すると1%及び5%の有意水準で有意なもののは時差17年の+0.727だけで、8、9年の有意性は認めることが難かしい。しかしシュスターのピリオドグラムによると別図のとおりで、1%有意水準では9年周期のみ有意となり、5%有意水準では8、9年が有意である。しかし9年の $S^2=81.84$ が最大で、相関係数も +0.336 であるから一応弱い9年周期を認めることができよう。17年周期はコログラムの系列相関係数では明らかに有意であるが原系列の資料の項数からみて存在を確認することは無理であろう。

第3表 仔牛価格の周期分析表

周 期	S^2	周 期	S^2
2	14.33	7	17.98
3	2.53	8	65.66
4	17.95	9	81.84
5	12.66	10	43.03
6	14.95		

〔備考： $N/29 (A^2+B^2)$ として修正した〕

第7図 仔牛価格の周期分析図



(2) 生産頭数の周期

コログラムの系列相関係数をみると9年は1%及び5%の水準で有意である。シュスター法の S^2 は5%水

準で7、8年が有意で S^2 は7年の38.26が大きい。しかし7年の系列相関係数は小さい。従ってコログラムから一応9年周期が存在するものといえよう。しかし系列の項数が少ないので周期の存在を確認することはむずかしい。

(3) と殺頭数の周期

コログラムの系列相関係数のピークは5、10、16年であるが小さく、またその有意性を検定すると、1%水準では有意な相関係数はなく、5%水準で3年、16年、17年だけが有意である。従ってコログラムでは周期の存在を確認することができない。しかしピリオドグラムによると1%水準で8、9、10年が有意となり、10年の $S^2=135.39$ が最大であるから一応10年周期を認めることができよう。5%水準をとると6年周期の $S^2=52.07$ も有意となってくる。しかしコログラムでは周期は微弱である。

(4) 牛肉価格の周期

コログラムでは5年時差以後15年まで相関係数はマイナスであり、10年以内の周期は認められない。有意性の検定をすると5%水準で6、7年、10、11、12年と17年 (+0.538) が有意であって、1%水準では11年が有意で17年は有意ではない。しかしピリオドグラムでは5%水準で9年周期が $S^2=85.6$ で有意となってくる。1%水準では有意なものはない。従ってコログラムの観察によるとと殺頭数系列に比べて周期性はさらに弱いものと考えることができよう。

以上の四系列のうちで弱くても8、9年周期が一応存在すると推察しうるのは仔牛価格と生産頭数のみであろう。17年周期はコログラムから仔牛価格、牛肉価格とと殺頭数の三系列について一応認められようが、資料の項数が少ないので標本誤差が含まれており確定することはできない。

要するに和牛の経済循環は周期系列とはいいい難く、むしろ不規則変動の集積型で二次以上の自己回帰型であって、従って周期は上の四系列において明確ではなく、いわば準周期ともいふべき弱い周期性をもつものといえよう。本稿の資料は明治42年から昭和15年までの統計であるが、一応役牛に対し政策性向の余り強く作用していなかった太平洋戦争前の我国の和牛の循環を示すものとみることができよう。

(註) 循環変動の確率定差方程式による表現

前述の四系列の循環変動のタイプはそのコログラムからみて自己回帰系列に属するものと考えたと二階以上の確率定差方程式で表現することができる。その階数の決定については計算しなければならぬが、ケンドールによると二階の確率定差方程式で十分である

と考えられるから、ここでも先ず二階の方程式をあてはめて、さらにそのあてはめが妥当であるかどうか確かめた。なお分散を計算し四系列の性格を検討しようとした。(計算過程は紙面の都合により省略した)

(1) 仔牛価格系列の方程式

$$\begin{cases} r_1 = +0.336 & \alpha = -0.463 & |a| \leq 2 \\ r_2 = -0.222 & \beta = +0.378 & 0 < \beta \leq 1 \end{cases}$$

特性方程式 $z^2 - 0.463z + 0.378 = 0$ を解いて $z = 0.232 \pm 0.569i$ 絶対値 $|z| = 0.6147$ で、1より小さいから二次の線型自己回帰系列を形成するものと考えられる。

従ってこの方程式は真に $y_t - 0.463y_{t-1} + 0.378y_{t-2} = \eta_t$ で表現することができる。

次に分散を計算すると系列の分散 $\sigma_y^2 = 1.317\sigma_\eta^2$ である。従って系列 y_t の全変化のうち不規則衝撃因子 η の分散は 1.317分の1 即ち約76%を占めていて大きいものと考えられる。

(2) 牛肉価格系列の方程式

$$\begin{cases} r_1 = +0.680 & \alpha = -0.85 & |a| \leq 2 \\ r_2 = +0.328 & \beta = +0.25 & 0 < \beta \leq 1 \end{cases}$$

特性方程式 $z^2 - 0.85z + 0.25 = 0$ を解いて $z = 0.425 \pm 0.263i$ 絶対値 $|z| = 0.677$ で、1より小さいから二次の線型自己回帰系列を形成するものと考えられる。

従ってこの方程式は真に

$$y_t - 0.85y_{t-1} + 0.25y_{t-2} = \eta_t \text{ で表現される。}$$

次に分散を計算すると、系列の分散 $\sigma_y^2 = 1.984\sigma_\eta^2$ である。従って系列 y_t の全変化のうち不規則衝撃因子 η の分散は 1.984分の1 即ち50.4%を占めているものと考えられる。

(3) と殺頭数系列の方程式

$$\begin{cases} r_1 = +0.405 & \alpha = -0.609 & |a| \leq 2 \\ r_2 = -0.257 & \beta = +0.504 & 0 < \beta \leq 1 \end{cases}$$

特性方程式 $z^2 - 0.609z + 0.504 = 0$ を解いて $z = 0.305 \pm 0.641i$ 絶対値 $|z| = 0.7099$ で1より小さいから二次の線型自己回帰系列を形成するものと考えられる。

従ってこの方程式は真に

$$y_t - 0.609y_{t-1} + 0.504y_{t-2} = \eta_t \text{ で表現される。}$$

次に分散を計算すると 系列の分散 $\sigma_y^2 = 1.6027\sigma_\eta^2$ である。従って系列 y_t の全変化のうち不規則衝撃因子 η の分散は 1.6027分の1 即ち62.4%を占めているということができる。

(4) 生産頭数系列の方程式

この系列は項数が少ないので方程式をあてはめるに

は問題もあるが上の3系列と同様に計算をすると次のとおりである。

$$\begin{cases} r_1 = +0.283 & \alpha = -0.338 & |a| \leq 2 \\ r_2 = -0.098 & \beta = +0.194 & 0 < \beta \leq 1 \end{cases}$$

特性方程式 $z^2 - 0.338z + 0.194 = 0$ を解いて $z = 0.169 \pm 0.407i$ で 絶対値 $|z| = 0.4407$ で1より小さいから二次の線型自己回帰系列を形成するものと考えられる。

そこでこの方程式は真に

$$y_t - 0.338y_{t-1} + 0.194y_{t-2} = \eta_t \text{ で表現 することが できる。}$$

分散は $\sigma_y^2 = 1.1296\sigma_\eta^2$ であるから、系列 y_t の全変化のうち不規則衝撃因子 η の分散は 1.1296分の1 即ち88.5%で極めて大きいことがわかる。

以上四系列に二階の確率定差方程式をあてはめることができ、一応二次の自己回帰系列であるといえるが、計算上にも問題点があるから試算として計算結果を示すのみにとどめておきたいと思う。

4. 循環変動の相互関係

このように四系列の周期性は仔牛価格と生産頭数において認められるが、牛肉価格とと殺頭数については極めて弱く不明瞭である。そこで次に各系列の循環変動の相互関係について述べてみよう。

(1) 仔牛価格と生産頭数との相関関係を昭和元年→同13年の間についてみると同時相関は -0.001 で認められないが、牛価の変動に対応して生産がどのようにうごくかについて時差相関係数(第一階差系列について階差相関係数)を計算すると牛価に対して1年時差(牛価昭和元年に対し生産昭和2年)では $+0.43$ 、2年時差は $+0.66$ (5%水準で有意)であるから、特に2年時差において一応相関があるものといえる。即ち仔牛価格の高低に対して農家は2年位の遅れを以って生産頭数を増減して適応しているものと一応統計的に認めることができよう。またグラフによると、昭和2年から13年までの間は価格と生産頭数とは相反した変動をしていることが観察される。

(2) 牛価と牛肉卸売価格(全国)の循環変動の相互関係は期間によって異なっており、大正10年から昭和13年の期間をとると階差相関係数は 0.63 (1%水準で有意)であるからやや長期ではかなりの相関関係のあることが推察される。グラフによると大正10年→昭和4年頃までの間はその変動が極めて接近しているが、大正4年→同10年の間は相反したうごきを示している。

(3) 次に全国耕作牛飼養頭数と牛肉価格は 大正6年頃から昭和3年まではかなり接近して変動している。傾向としては明治末期から昭和初年まで相伴って変動してい

るといえよう。

さて標準値のグラフの視察によると大正10年頃から昭和4年頃までは仔牛価格、と殺頭数、牛肉価格と耕作牛頭数の四系列のうちきは極めて接近している。しかし一般的にはと殺頭数は変動の巾が比較的小さく他の系列とは余り関係なくうごいているように思われる。そこで牛価と生産頭数、牛肉価格の相互規制関係が問題となってくる。

従って和牛価格変動の要因を説明するため時系列の関係分析を詳しく行わなければならないが、本稿では取扱っていないので別の機会に発表したい。

IV む す び

明治末期から昭和15年の戦前までの和牛の生産地仔牛価格を中心とする四系列の循環変動のタイプは統計的には二次の自己回帰系列であり、その周期性は明確ではないと考えられよう。要するに経済時系列では厳密な意味の周期変動の存在は季節変動を除いては軽々しく結論することはできないであろう。

戦後循環変動はどのように変化しているであろうか。もし和牛をとりまく諸条件に変化がなければ当然戦前と同じ周期的変動をつづけるであろう。しかし戦前戦後を通じて、和牛の役肉兼用として水田農業と密接に結びつくというその利用形態は根本的に変りがない。しかし著しく変化した条件としては、食肉需要の増大に伴い肉畜としての和牛の需要が増加したこと、次にそのため肥育経営の分化発達したこと、また仔牛自体の加工用需要が増加したことなどは特に注目すべき変化であろう。また動力耕耘機の導入に伴い、役畜の需要にやや減少の傾向がみられるが、これも新しい条件の一つとして重視すべきであろう。

従って和牛自体が肉畜化してゆくと当然その循環のタイプは変化してゆくであろう。しかし戦後10年の現在で

は季節変動のタイプは戦前とほとんど同じで農業経営と密接な関係のあることを示している。

循環変動の統計解析は、戦後経済安定後10年の現在ではまだ系列の項数が不十分で分析を行うことができない。しかし戦後農林統計は整備され、仔牛の他に役牛、肉牛の価格資料がえられるようになり、さらに家畜取引法の施行により取引も合理化される傾向にあるから今後は資料の項数の増加に伴い、より詳しい統計解析を行うことができよう。

以上本稿では時系列の構造分析を中心として解析をした。さらに時系列関係分析もしなければならないが別稿で発表したいと思う。

主要参考文献

- (1) 桜井守正：仔牛の生産と流通に関する若干の考察 農業総合研究 第6巻第3号 P. 187—204 昭27.7
- (2) 小野茂樹：和牛市場価格変動の特殊性について 広島大水畜産学部雑誌 第1巻第2号 P. 267—287 昭31.12
- (3) 細野誠之：和牛の価格分析 畜産の研究 昭35年2月号
- (4) 森田優三：経済変動の統計分析法 第2部 P.77—128 昭30.11
- (5) 米沢治文：経済統計学の展開 第9, 10章 P.132—169 昭30.9
- (6) Kendall, M. G.: The Advanced Theory of Statistics Vol.2 1956
- (7) シェファード, G. S. 農業総合研究所訳：農産物価格分析論 第13章 P.234—244 昭28.3
(追記) 本稿執筆後下記の文献を入手した。コロログラムと系列相関係数の有意性等について述べている。日本応用力学会編：応用統計学 第7章 時系列論とその応用 小河原正己 昭33.5