



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	食肉経済システムの時系列解析
Author(s)	松田, 友義; MATSUDA, Tomoyoshi
Citation	北海道大学農経論叢, 36, 59-82
Issue Date	1980-03
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/10943">https://hdl.handle.net/2115/10943</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	36_p59-82.pdf



# 食肉経済システムの時系列解析

—— 牛肉を中心として ——

松 田 友 義

## 目 次

I 序	59
II 分析手法	61
III 分析	68
IV 結	80

## I 序

システム解析の一般的課題は、対象とするシステムにおける変動の予測あるいは制御にある。経済システムのように、予測に応じた行動が、対象とするシステムの将来変動そのものに直接影響を及ぼすと考えられる場合、そのような影響を考慮に入れて初めてその予測が意味を持つと考えられる。これは制御の問題に他ならず、経済システム分析の最終的課題が制御にあることを示している。

しかし、予測にしろ制御にしろ、有効な結論を導くためには対象とするシステムの動きを良く模倣し得るモデルの作成が必要となり、そのためにはシステムの動きを良く観察し、システム構造をよく理解しておくことが前提となる。

システム構造の把握のためには種々の方法が開発されているが、畜産経済のように顕著な周期変動を含むシステムの場合、その変動を構成する成分波に分解した上で、周波数領域においてそれらの成分波間の関係を分析できるスペクトル解析が有効となることが知られている。

食肉経済システムに関する研究には唯是〔13〕、岸本〔5〕等が異なった方法でモデルを組み、それぞれに成果をあげており、スペクトル解析の手法を用

いたものとしては出村〔8〕〔9〕、松田〔12〕等がある。なかでも本論との関係で最も注目されるのは岸本のシステムダイナミクス的手法を利用したモデルによるシミュレーションであるが、現在の牛肉輸入システムの構造と、シミュレーションモデルにおいて用いられた前提との関連が明らかでないため、規範的な意味では成功しているが、誤解を招きやすい結果となっている。<sup>1)</sup> また唯是・岸本に共通する難点として、周期変動の把握が必ずしもうまくいっていないということが上げられる。<sup>2)</sup>

経済時系列は周知のように、傾向変動・周期変動・季節変動・不規則変動の四要素からなるが、従来の一般的経済分析においては、これらの要素の性格の相違が無視されることが多く、ひとつの時系列として分析されてきた。しかし、システム制御という視点からは、自然条件（天候・生理現象等）からの制約の大きい季節変動、システムの外部条件の変化に大きく影響される傾向変動、システム内部のフィードバック構造によるところの大きい周期変動、前もって予測することの不可能な不規則（偶然）変動をひとまとめにして考えることはできない。それは操作の可能性という意味で、これらの要素が全く異なる性質を示すことによる。これらの要素の中で、システム内の変数の操作によって収束させる可能性のあるのは周期変動のみである。これは、先述の周期変動を適確に把握することが困難であるという事実とともに、周期変動の分析がひとつの重要な課題となることを示していると思われる。

本論はこうした観点に立ち、傾向変動・季節変動を除去し、定常化した系列を対象として、食肉経済をひとつの統計的ダイナミックシステム<sup>3)</sup>としてとらえ、そのシステム特性等を分析することにより、周期変動の完全なフォローはもとより、現実説明力のあるモデルの作成、モデルによる制御の可能性を検討するための資料を提供すること、即ちシステム構造を推定することを課題とする。

#### — 注 —

1)〔5〕において筆者が設定した前提は次の通りである。

（前提1）畜産振興事業団は十分にリーズナブルな安定価格帯を設定する。

（前提2）畜産振興事業団が市場価格の情報を得てから適切な操作を実行するまでのタイムラグは1カ月である。

(前提3) 畜産振興事業団は消費者のもつその他牛肉の需要の価格弾力性を知っている。

これらの前提の下で、筆者が設定した牛肉輸入調整政策が牛肉価格を安定帯内に納める上でうまく機能した、というのが結論であるが、これらの前提が現実のどのような把握から導かれたものが明らかにされていないので、筆者の主張が現行制度の批判にあるのか、擁護にあるのかがはっきりしない。

- 2) 唯是は[13]の中で、過去のモデル作成において一番悩まされたのはファイナル・テストにおいて周期変動の位相が実績値と推計値とで食い違ってしまうということであり、今回はこれを避けるために、ファイナル・テストにおいて実績値と推計値とのギャップが著しく大きい部分にダミー変数を適用して主要な構造方程式を再推計するという方法を取った、しかし、これが最善の方法とは思われないという意味のことを記している。
- 3) 統計的事象とは、不規則な変動を示しながらも、その裏に一定の法則性をうかがわせるような事象を指し、ダイナミックシステムとは、時間的な相互関係が決定的な重要性を持つと思われるシステムを指す。両者の性格を合わせ持つという意味で、統計的ダイナミックシステムという言葉が用いられる。[1]

## II 分析手法

定常な不規則変動を示す時系列の解析には、この変動を周期的な変動成分に分解して考察することが有効である場合が多い。とりわけ畜産経済のように各系列が顕著な周期変動を含む場合にはその有効性が倍加される。

周期解析としては、従来からコレログラム・ピリオドグラム[3]による分析が行なわれてきたが、スペクトル解析はその周期変動を構成する波動成分毎に分析できる等の点で前者より優れている。

スペクトルおよびスペクトル解析そのものについての詳細は後掲の解説書に譲るとして、ここでは今回の分析に用いた手法の概要を説明するにとめておく。[1][11]

従来、ビッグ・サイクル等の周期変動を良く説明し得る理論として、クモの巢理論が用いられてきた。これは豚肉経済におけるようなフィードバック機構を前提としたものであった。しかし今回のようにスペクトル解析法をフィードバックシステムに適用しようとする場合、このフィードバックがひとつの障害になることが指摘されてきた。ここではこの障害を克服するためにどのような方法が取られたかということを中心に概説する。

- (1) 1本の定常時系列  $\{x(s); s=1, 2, \dots, N\}$  を考える。 $x(s)$  の自己共

分散関数  $R_{xx}(l)(l=0, \pm 1, \pm 2, \dots)$  は

$$R_{xx}(l) \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{s=1}^N (x(s+l) - m_x)(x(s) - m_x) \quad (1)$$

で表わされる。ただし

$$m_x = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{s=1}^N x(s) \quad (2)$$

である。

この時、 $x(s)$  のパワースペクトル密度関数は、 $R_{xx}(l)$  のフーリエ変換として

$$P_{xx}(f) = \sum_{l=-\infty}^{\infty} \exp(-i2\pi fl) R_{xx}(l) \quad \left(-\frac{1}{2} \leq f \leq \frac{1}{2}\right) \quad (3)$$

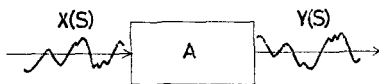
によって表わされ

$$R_{xx}(l) = \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} \exp(i2\pi fl) P_{xx}(f) df \quad (4)$$

なる関係を満たす。

もとの  $x(s)$  が次のような線形変換を受けた場合 (図1)

図1 線形システム



$$y(s) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} a(m)x(s-m) \quad (5)$$

$y(s)$  のパワースペクトル密度関数は

$$P_{yy}(f) = |A(f)|^2 P_{xx}(f) \quad \left(-\frac{1}{2} \leq f \leq \frac{1}{2}\right) \quad (6)$$

によって与えられる。ただし

$$A(f) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \exp(-i2\pi fm) a(m) \quad \left(-\frac{1}{2} \leq f \leq \frac{1}{2}\right) \quad (7)$$

であり、 $A(f)$  を線形システムの周波数応答関数、 $a(m)$  をインパルス応答関数と呼ぶ。式(6)はパワースペクトル密度関数についての最も基本的な関係式であり、システムへの入力  $x(s)$  と出力  $y(s)$  のパワースペクトル密度関数  $P_{xx}(f)$  と  $P_{yy}(f)$  とが与えられれば  $|A(f)|^2$  がわかり、システムの影響を定量的に把握できるということを示している。

(2) 次に2次元の定常時系列  $\{x(s), y(s); s=1, 2, \dots, N\}$  を考える。

$x(s)$  と  $y(s)$  の相互共分散関数  $R_{yx}(l)$  ( $l=0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ) は

$$R_{yx}(l) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{s=1}^N (y(s+l) - m_y)(x(s) - m_x) \quad (8)$$

ただし

$$m_x = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{s=1}^N x(s) \quad (9)$$

$$m_y = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{s=1}^N y(s) \quad (10)$$

によって与えられる。 $R_{yx}(l)$  のフーリエ変換として、クロススペクトル密度関数を

$$P_{yx}(f) = \sum_{l=-\infty}^{\infty} \exp(-i2\pi f l) R_{yx}(l) \quad \left(-\frac{1}{2} \leq f \leq \frac{1}{2}\right) \quad (11)$$

のように定義する。これは

$$R_{yx}(l) = \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} \exp(i2\pi f l) P_{yx}(f) df \quad (12)$$

なる関係を満たす。

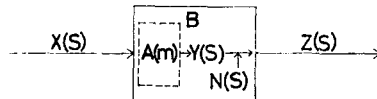
クロススペクトル密度関数についての基本的な関係式として、(6)に対応して

$$P_{yx}(f) = A(f)P_{xx}(f) \quad (13)$$

が成立する。

(3) 一般的には、図1のように線形システムの入力と出力が完全な線形関係にあると期することは非現実的であり、図2のように入力とは完

図2 雑音を含んだシステム



全な線形関係にはなく、 $x(s)$  と線形に対応する部分  $y(s)$  と、 $x(s)$  とは全く線形な関係を持たない部分  $n(s)$  との和として出力  $z(s)$  を考えるのが現実的である。

即ち、出力  $z(s)$  は

$$z(s) = y(s) + n(s) \quad (14)$$

のように表わされる。ここで雑音  $n(S)$  は

$$P_{nx}(f) = 0 \quad (15)$$

を満たしている。これは

$$R_{nx}(l) = 0 \quad (16)$$

と同等である。

この場合、自己共分散関数については

$$R_{zz}(l) = R_{yy}(l) + R_{nn}(l) \quad (17)$$

が成立し、パワースペクトル密度関数については

$$P_{zz}(f) = P_{yy}(f) + P_{nn}(f) \quad (18)$$

が成立する。

そこで  $z(s)$  の内で入力  $x(s)$  と線形な関係にある部分の占める割合を各周波数ごとに考えて

$$r^2(f) = \frac{P_{yy}(f)}{P_{zz}(f)} \quad (19)$$

を  $y(s)$  と  $x(s)$  との周波数  $f$  におけるコヒーレンスと呼ぶ。

また、入力と雑音の無相関の仮定(15)から

$$P_{zx}(f) = P_{yx}(f) + P_{nx}(f) = P_{yx}(f) \quad (20)$$

が成立する。これより周波数応答関数の推定には(13)における  $P_{yx}(f)$  を  $P_{zx}(f)$  で置き換えて得られる次式が利用できる。

$$A(f) = \frac{P_{zx}(f)}{P_{xx}(f)} \quad (21)$$

上式は、出力  $z(s)$  が雑音  $n(s)$  に乱されていても、入力  $x(s)$  と雑音  $n(s)$  が無相関であると仮定される限り、差支えないことを表わしている。

また、この時

$$P_{yy}(f) = |A(f)|^2 P_{xx}(f) \quad (22)$$

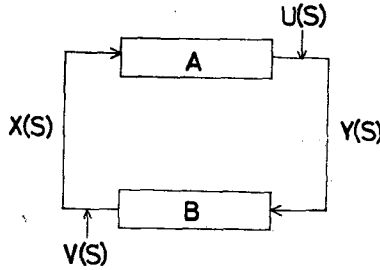
が成立し、 $r^2(f)$  は

$$r^2(f) = \frac{|P_{xx}(f)|^2}{P_{zz}(f)P_{xx}(f)} \quad (23)$$

のように表わすことができる。これより、 $r^2(f)$  は  $z(s)$  と  $x(s)$  との周波数  $f$  における周波数成分関の相関係数の2乗を示すものとも言える。

(4) 次に図3のようなフィードバックシステムを考える。この場合雑音  $u(s)$  はサブシステム B を通って  $x(s)$  に加わり、入力  $x(s)$  と雑音  $u(s)$

図3 フィードバックシステム



との無相関を仮定することができなくなり、入出力のクロススペクトルから周波数応答関数を推定することができなくなる。<sup>5)</sup>

そこで、これを回避するために自己回帰モデルのあてはめを行ない、雑音の白色化、雑音をホワイトノイズにするという処理をする。

定常時系列に自己回帰モデルをあてはめ、過去のM時点の値との線形結合によって表現される部分を引くと、次のような残差系列が得られる。

$$\varepsilon(s) = x(s) - \sum_{m=1}^M a(m)x(s-m) \quad (24)$$

十分大きなMを考えて、 $\varepsilon(s)$ の2乗平均を最小にするような線形フィルター $\{a(m)\}$ を定めると、それによって得られる $\varepsilon(s)$ と $x(s)$ の過去の値とは無相関とみなすことができる。 $m_x=0$ としておくと、 $\varepsilon(s)$ の2乗平均は

$$\begin{aligned} \overline{\varepsilon^2(s)} &= R_{xx}(0) - 2 \sum_{m=1}^M a(m)R_{xx}(m) \\ &+ \sum_{l=1}^M \sum_{m=1}^M a(l)a(m)R_{xx}(m-l) \end{aligned} \quad (25)$$

と表わすことができる。これより、 $x(s)$ の自己共分散関数の値 $R_{xx}(0)$ 、 $R_{xx}(1)$ 、 $\dots$ 、 $R_{xx}(M)$ さえ与えられれば、平均2乗誤差 $\overline{\varepsilon^2(s)}$ を最小にする線形予測フィルターの係数 $a(1)$ 、 $a(2)$ 、 $\dots$ 、 $a(M)$ を得られることがわかる。

また残差(雑音) $\varepsilon(s)$ の自己共分散関数 $R_{\varepsilon\varepsilon}(m)$ とパワースペクトル $P_{\varepsilon\varepsilon}(f)$ は

$$R_{\varepsilon\varepsilon}(m) = \delta_{m,0} \sigma^2 \quad (\sigma^2 > 0) \quad (26)$$

$$\delta_{m,0} = 1 \quad m=0 \text{ のとき}$$

$$\delta_{m,0} = 0 \quad m \neq 0 \text{ のとき}$$

$$P_{\epsilon}(f) = \sigma^2 \quad \left(-\frac{1}{2} \leq f \leq \frac{1}{2}\right) \quad (27)$$

で与えられる。(27)より  $\epsilon(s)$  は平坦なスペクトルを持つことがわかる。このような系列を、白色光との類推からホワイトノイズ (白色雑音) と呼ぶ。こうして雑音  $\epsilon(s)$  を白色化すると入力と雑音との無相関を仮定することができ、フィードバックシステムのスペクトル解析が可能となる。

自己回帰モデルを適用した場合のパワースペクトル密度関数は

$$P_{xx}(f) = \frac{\sigma^2}{1 - \sum_{m=1}^M a(m) \exp(-i2\pi f m)} \quad (28)$$

で求めることができる。

(5) 多入力フィードバックシステムに自己回帰モデルをあてはめた場合

$$x_i(s) = \sum_{j=1}^k \sum_{m=1}^M a_{ij}(m) x_j(s-m) + u_i(s) \quad (29)$$

$$(i=1, 2, \dots, k)$$

が得られる。ここで  $\{a_{ij}(m)\}$  は入力  $x_j(s)$  に対する  $x_i(s)$  のインパルス応答関数であり、 $x_j(s)$  から  $x_i(s)$  への周波数応答関数は

$$A_{ij}(f) = \sum_{m=1}^M a_{ij}(m) \exp(-i2\pi f m) \quad (30)$$

となる。

(29)で表わされるシステムは、 $A_{ij}(f)$  によって  $x_i$  と  $x_j$  とが結合され、各  $x_i$  ごとに固有の雑音源 ( $x_i$  に固有の変動を惹起する)  $u_i$  を持つようなフィードバックシステムであり、各  $x_i(s)$  は全ての  $u_j(s)$  からの影響の和として考えられる。

各  $u_j(s)$  が互いに相関を持たないと仮定すると、各  $x_i(s)$  のパワースペクトル  $P_{ii}(f)$  は、それぞれの  $u_j(s)$  からの寄与分 (影響) の和として表わすことができる。 $u_j(s)$  のパワースペクトル密度関数を  $P(u_j)(f)$ 、 $x_j(s)$  から  $x_i(s)$  への周波数応答関数を  $b_{ij}(f)$  とすると

$$P_{ii}(f) = \sum_{j=1}^k |b_{ij}(f)|^2 P(u_j)(f) \quad (31)$$

が成立する。そこで、周波数  $f$  における  $x_i(s)$  のパワースペクトル密度  $P_{ii}(f)$  のうち  $u_j(s)$  に起因する部分は

$$q_{ij}(f) = |b_{ij}(f)|^2 P(u_j)(f) \quad (32)$$

で表わされ

$$r_{ij}(f) = \frac{q_{ij}(f)}{P_{ii}(f)} \quad (33)$$

は  $u_j(S)$  に起因する部分の割合を示す。

これらを計算することにより、それぞれの雑音源、即ち各  $x_i$  に固有の変動の、システムの変動への寄与の状態が把握でき、このシステムの最大の弱点を知る等の分析のための極めて有効な情報を得ることができる。

(6) 本分析に用いた指標は次の通りである。

(i) パワースペクトル密度関数<sup>28)</sup>

スペクトルピークの位置から各系列の周期性を分析する。

(ii) コヒーレンス・フェイズ

クロススペクトル<sup>29)</sup>は一般に

$$P_{ij}(f) = K_{ij}(f) - iQ_{ij}(f) \quad (34)$$

のような複素数であり、現象の記述や把握には不便である。そこで次のようにしてコヒーレンス、フェイズを計算し、分析に利用する。

<コヒーレンス>

$$\text{coh}^2(f) = \frac{P_{ij}(f)|^2}{P_{ii}(f)P_{jj}(f)} = \frac{K_{ij}^2(f) + Q_{ij}^2(f)}{P_{ii}(f)P_{jj}(f)} \quad (35)$$

<フェイズ>

$$\theta_{ij}(f) = \tan^{-1}(Q_{ij}(f)/K_{ij}(f)) \quad (36)$$

コヒーレンスは  $x_i(s)$  の中で  $x_j(s)$  と線形関係にある部分の占める割合を示す。フェイズは  $x_i(s)$  と  $x_j(s)$  の周波数  $f$  における成分波間の位相角であり、ふたつの変動の時間的ズレを表わす。

(iii) パワー寄与率<sup>33)</sup>

各変数に固有の変動  $u_j$  の  $x_i$  の変動に対する寄与の状態を示す。

— 注 —

4)  $y(s)$  は入力と線形関係にある部分であるから、 $x(s)$  と  $y(s)$  のパワースペクトル密度関数の間には、完全な線形システムの場合の(6)と同様に<sup>22)</sup>が成り立つ。<sup>22)</sup>の  $A(f)$  に<sup>21)</sup>を代入して整理すると、

$$P_{yy}(f) = \frac{P_{zx}(f)^2}{P_{xx}(f)}$$

となり、これをコヒーレンスの定義式<sup>19)</sup>の  $P_{yy}(f)$  に代入すると<sup>23)</sup>が得られ

- る。
- 5)  $x(s)$  と雑音  $u(s)$  が無相関でない場合は、 $P_{yx}(f)/P_{xx}(f)$  は直接 **A** の周波数応答関数には一致せず、一般に **A** と **B** の周波数応答関数の複雑な荷重平均になる。これは従来のクロススペクトルを利用する方法では、制御の観点から直接意味のある結果を得ることはできないということの意味し、これがスペクトル解析の重大な欠点とみなされてきた。
- 6) (4), (6), (7)の関係式を利用すると

$$\begin{aligned}
 \text{Res}(I) &= \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} \exp(i2\pi fl) p_{\varepsilon\varepsilon}(f) df \\
 &= \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} \exp(i2\pi fl) \sum_{m=0}^M a(m) \exp(-i2\pi fm)^2 P_{xx}(f) df
 \end{aligned}$$

となり、 $P_{\varepsilon\varepsilon}(f) = \sigma^2$  であり、(24)より  $a(0) = -1$  だから

$$P_{xx}(f) = \frac{\sigma^2}{1 - \sum_{m=1}^M a(m) \exp(-i2\pi fm)^2}$$

が成立する。

これは[12]において利用したMEMスペクトルとほとんど同じである。

### III 分析

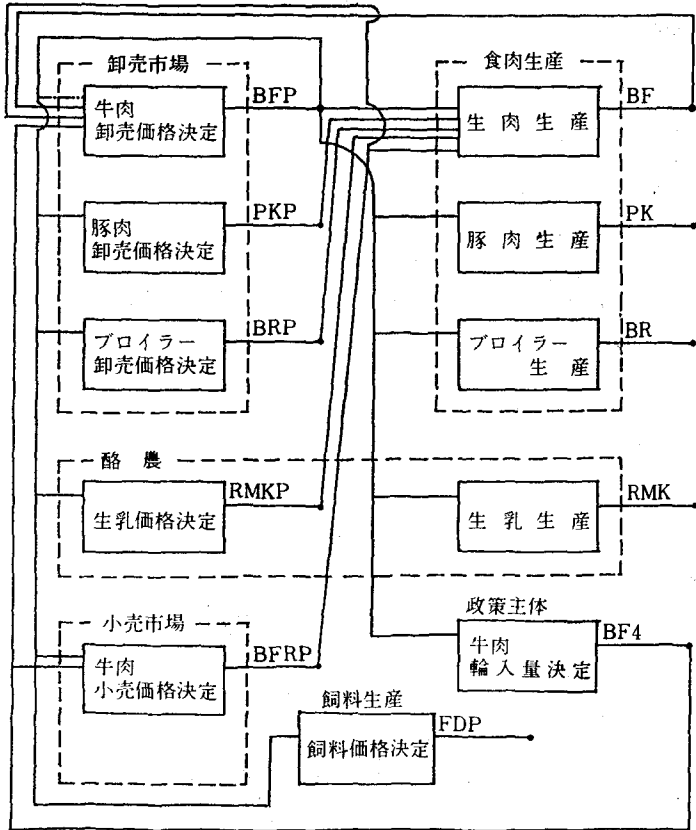
食肉経済システム（牛肉を中心とした）として図4のような多入力フィードバックシステムを仮定した。

システムの変動をどの点でとらえるかという観測点（変数）の選択にあたっては、最終的に、できるだけ同じような変動を示すもののない変数のみをモデルに含めるよう留意した<sup>7)</sup>。その結果、価格とそれに対応した生産量の系列とでは、位相差を別にするとほとんど同じ変動を示したので、価格の安定を最終目的としている都合上価格系列を選んだ<sup>8)</sup>。

また牛種については、和牛・乳廃牛・乳雄牛の三種が国内生産量をほぼ三分しているが、これまでの研究から乳雄系列の短期的周期変動が近年の卸売価格変動に大きく影響していると思われるので、乳雄牛の系列で代表させた<sup>9)</sup>。

他に代替食肉として豚肉とブロイラーの卸売価格、現行牛肉価格安定政策において操作変数とされている牛肉輸入量、最終的制御変数とみなされる牛肉小売価格、生産側の変動要因として最も大きな影響力を持つと思われる飼料価格、乳雄を含めたので酪農事情を代表する指標として生乳価格を加え、計7変数を用いてシステムの変動を分析した。その結果図4の左半分と右下部のみをモデルに組み込むということになり、他の要素、生産者の意志決定

第4図 食肉経済システムモデル



による生産量の変動などはそれぞれフィードバックループに含まれる雑音として扱われることになった。

分析に利用したデータは表1の通りである。スペクトルの推定には、各系列から傾向変動と季節変動を除去した定常化系列を用いた。季節変動の除去にはEPA法を用いた。<sup>10)</sup> また傾向変動の除去には季節調整済系列に対して1～3次のトレンドを機械的にあてはめ、<sup>11)</sup> その中で最も決定係数の高いものをトレンドとして採用し、その推定値によって季節調整済系列を除すという方法を取った。

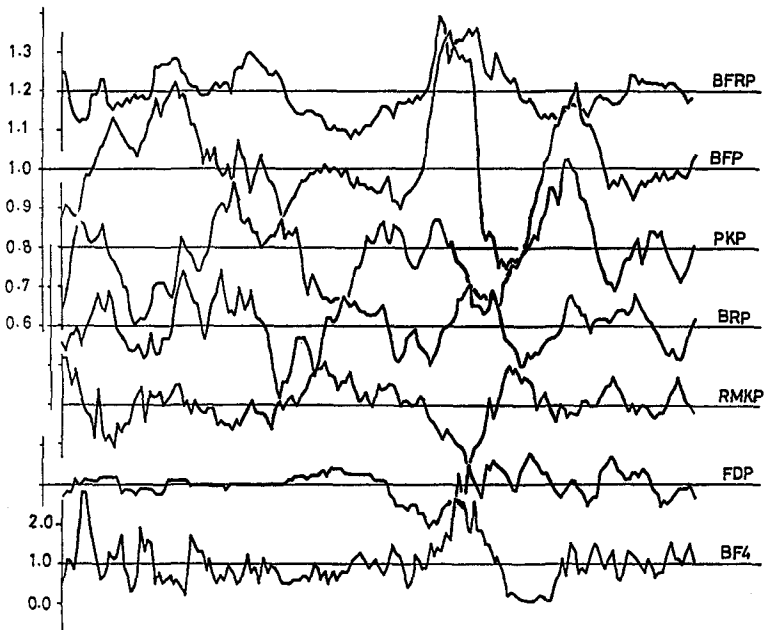
このようにして得られた定常化系列を図5に示す。<sup>12)</sup> 図から各系列はそれぞれ

表1 データ系列

記号	変数名	出所
BFRP	牛肉小売価格(東京; 精肉「上」)	食肉流通統計
BFP	乳雄牛枝肉卸売価格(東京; 平均)	〃
PKP	豚枝肉卸売価格(東京; 平均)	〃
BRP	ブロイラー卸売価格(東京; 平均)	食鳥流通統計・ブロイラー流通統計
RMKP	生乳価格(全国平均; 総合乳価)	農村物価賃金統計
FDP	飼料価格(肉牛肥育用)	〃
BF4	牛肉輸入量(生鮮あるいは冷凍)	日本貿易月報

(注) データは月次データ, 用いたのは1965年1月から1978年8月までの各164個

図5 定常系列



れ周期変動を含んでいるらしいことがうかがわれる。そこでこの周期性をより定量的に把握するために、パワースペクトル<sup>13)</sup>を推定した。その結果を図6<sup>14)</sup>に示す。図から、各変数とも低周波数部分に大きなパワーを持つことがわかる。システムの安定を考える場合、まずこの周波数帯での変動の抑制、パワーの削減を考える必要がある。

食肉経済システムの時系列解析

図6 パワースペクトル

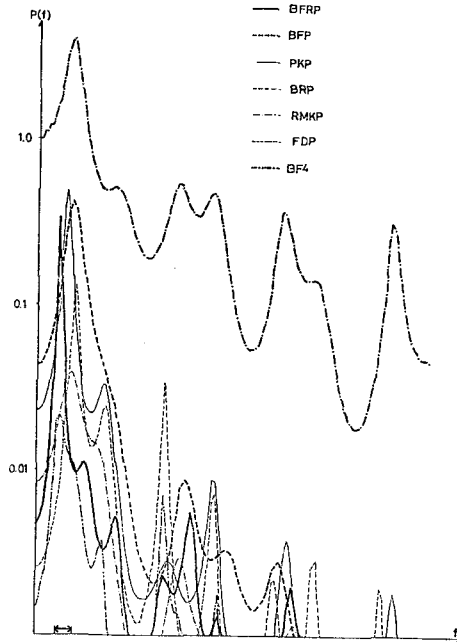


表2 スペクトルピークと周波数帯

変数	ピークの周波数帯	周期(月)
BFRP	8, (2)	60.00~53.33
BFP	13, (4)	36.92~34.29 (*32.47~30.30)
PKP	11, (3)	43.64~40.00 (**48)
BRP	14, (4)	34.29~32.00 (**29.33)
RMKP	13, (4)	36.92~34.29
FDP	9, (3)	53.33~48.00
BF4	13, (4)	36.92~34.29

\* 筆者が以前に計測した乳雄サイクルの周期[12]

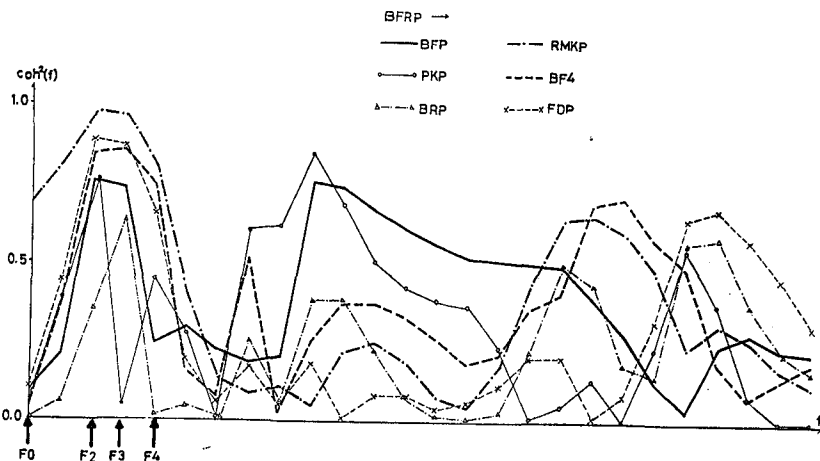
\*\* 出村克彦[8][9]による周期

そこで各変数におけるスペクトルピークの存在する周波数帯を調べ、周波数を時間領域に変換して周期を求めてみた。その結果を表2に示す。表からスペクトルピークが8番目から14番目までの周波数帯に集中していることが

わかる。それぞれの周期は、牛肉小売価格で4～5年、これはいわゆる千日相場と言われてきた和牛サイクルより若干短くなっているが、筆者が[12]において推定した近年の和牛枝肉卸売価格変動の短期化を考慮すると、ほぼそれに合致すると考えられる。乳雄枝肉の卸売価格で約3年、豚枝肉の卸売価格で4年弱、プロイラー卸売価格で約3年、飼料価格で4年強、生乳価格が約3年、牛肉輸入量が約3年の周期で変動してきたことがわかる。

次に系列間の関係をクロスベクトルを推定することによって分析するのであるが、パワースペクトル推定に用いた全周波数帯を480に分割した周波数では繁雑に過ぎるので、160分割の周波数を用いた<sup>15)</sup>。また表2においてスペクトルピークの存在する周波数帯を、今後分析対象周波数帯として分析する。160分割の周波数での分析対象周波数帯を表2の( )の中に示していた。これらは図中では矢印で示す。

図7 BFRPと他の変数とのコヒーレンス



コヒーレンスの推定結果を図7に示す。図には牛肉小売価格と他の変数とのコヒーレンスだけを示す。他の変数間においても対象周波数帯における傾向は似たようなものである。図からピッグ・サイクルが含まれる周波数帯(F3)での豚枝肉卸売価格と牛肉小売価格との相関、またプロイラー・サイクルが含まれる周波数帯(F4)でのプロイラー卸売価格と牛肉小売価格

との相関が低く、F 4における牛枝肉卸売価格と牛肉小売価格との相関が相対的に低いことがわかる。その他図には示さなかったが、F 2でのプロイラー卸売価格と他変数とのコヒーレンスが低く、F 3では豚枝肉卸売価格と他変数とのコヒーレンスが低かった。更にF 3でプロイラー卸売価格と牛肉輸入量、F 4でプロイラー卸売価格と他変数とのコヒーレンスが概して低かつた。<sup>16)</sup> これらを除く他は対象周波数帯における変数間のコヒーレンスはいずれも高く、時間的ズレを別にするとかなりまとまった関係を保って変動していることがわかる。

表3 各変数における変動間の時間的ズレ

F 2 (80.00~53.33カ月)

RMK P → B F 4 → B F P → B R P → B F R P → P K P → F D P → R M K P  
 26.72 6.55 11.17 0.58 23.00 2.30 10.47 (80.79)

F 3 (53.33~40.00)

RMK P → B F P → B R P → B F 4 → P K P → B F R P → F D P → R M K P  
 16.13 6.92 4.03 2.59 1.24 17.84 6.37 (55.12)

F 4 (40.00~32.00)

RMK P → B R P → P K P → B F P → B F 4 → B F R P → F D P → R M K P  
 6.66 1.96 6.78 2.86 1.60 11.65 4.02 (35.53)

次にフェイズを計算し、それを時間領域に変換することによって変数間の時間的ズレを見た結果を表3に示す。牛枝肉卸売価格の変動(ビーフ・サイクル)には長短ふたつの周期変動が含まれていることは、既に[12]において指摘しておいたが、その長周期を含む周波数帯F 2では牛肉輸入量が牛枝肉卸売価格に6カ月ばかり先行しており(あるいは74カ月あまり遅れており)この周波数帯で価格変動に応じて輸入量の調整が為されているとは考えられない。また豚枝肉卸売価格と牛枝肉卸売価格との位相が180度近くずれており、豚肉と牛肉との代替関係の存在、互いに他の変動を相殺する形で変動してきたことがうかがわれる。F 3において牛肉輸入量は牛枝肉卸売価格から1年近く(10.95カ月)遅れており、通関の時点から市場に出回るまでのラグを加算して考えるとこの周波数帯でも価格変動に対してそれ程敏感に反応していないことを示している。

ビーフ・サイクルにおける短期的変動(乳雄サイクル)を含むF 4では、

ブロイラー・豚枝肉の卸売価格から半年程遅れて牛枝肉卸売価格が変動しており、牛肉輸入量はそれより更に3カ月程、牛肉小売価格は卸売価格から4カ月程、牛肉輸入量から1カ月程遅れて変動している。この周波数帯では輸入量が枝肉卸売価格の変動に比較的すばやく反応しており、現在の牛肉価格安定の主対象が乳雄枝肉価格にあるらしいことがわかる。これは肉質の類似性からいっても妥当なことと思われる。

また生産者の意志決定を左右する生産側の事情を代表させた生乳価格、飼料価格はいずれの周波数帯でも卸売価格と180度近い位相のズレを示し、クモの巢理論でいう価格変動と生産量の変動との間のタイムラグが存在することを示している。

最後に対象周波数帯におけるパワー寄与率の推定結果から、お互いの変動に対する寄与の状態を見よう。<sup>17)</sup> 推定結果は表4に示されている。表に示された行列の $(i, j)$ 要素は、第 $i$ 番目の変数の周波数 $f$ におけるパワーの内で、第 $j$ 番目の変数に固有の変動によって惹起される部分の割合を示す。対角線上に1に近い値がある場合は、その変数の変動が専らそれ自身に固有の変動によるものであることを示している。

表を見てまず気づくことは、牛枝肉卸売価格における対角要素の大きさと、他の変動に対する寄与率の高さである。F2・F3・F4では0.52～0.59と50%以上が牛枝肉卸売価格独自の変動によるものであり、傾向的変動を表わすF0では0.79とその80%近くが独自のものであることを示している。これは食肉経済システムにおける最大の不安定要因が牛肉の卸売価格にあること、即ち、卸売段階の不安定がこのシステムの安定性を損なっていることを示しており、制御の主力が牛肉卸売価格における変動の軽減に向けられなければならないことを示している。

次いで飼料価格にも牛肉卸売価格と同様のことが言える。特にF0では0.52と50%以上が独自の変動によるものとなっている。しかしF4ではその割合は0.18と小さい。これは現在の輸入に依存するところの大きい飼料供給構造によるものとも考えられる。<sup>18)</sup>

ブロイラー卸売価格はF4で対角要素が最も大きい寄与率(0.33)を示し、独自のブロイラー・サイクルが存在することを示しているが、豚枝肉卸売価格ではピッグ・サイクルの存在するF3においても対角要素は小さく

食肉経済システムの時系列解析

表4 パワー寄与率

F = 2								
DIFFERENTIAL RELATIVE POWER CONTRIBUTION MATRIX								
		7	×	7				
		BFRP <sup>1</sup>	BFP <sup>2</sup>	PKP <sup>3</sup>	BRP <sup>4</sup>	RMKP <sup>5</sup>	BF 4 <sup>6</sup>	FDP <sup>7</sup>
BFRP	1	0.15550D +00	0.28647D +00	0.10566D +00	0.28667D -01	0.15664D +00	0.65405D -01	0.20165D +00
BFP	2	0.61347D -01	0.59383D +00	0.74434D -01	0.90839D -01	0.60102D -01	0.43807D -01	0.75578D -01
PKP	3	0.78680D -01	0.41465D +00	0.44318D -01	0.44381D -01	0.80602D -01	0.22770D +00	0.15703D -01
BRP	4	0.57822D -01	0.73220D +00	0.14618D -01	0.76888D -01	0.96470D -01	0.10029D -02	0.20998D -01
RMKP	5	0.97201D -01	0.32560D +00	0.67574D -01	0.17546D -01	0.19833D +00	0.44044D -01	0.24970D +00
BF 4	6	0.86882D -01	0.34678D +00	0.96542D -01	0.15869D -01	0.12064D +00	0.19620D +00	0.15868D +00
FDP	7	0.79989D -01	0.26611D +00	0.97732D -01	0.56267D -01	0.10621D +00	0.87978D -01	0.30572D +00
F = 3								
DIFFERENTIAL RELATIVE POWER CONTRIBUTION MATRIX								
		7	×	7				
		1	2	3	4	5	6	7
	1	0.16303D +00	0.21196D +00	0.71915D -01	0.72548D -01	0.18352D +00	0.11896D +00	0.17808D +00
	2	0.42379D -01	0.53994D +00	0.78140D -01	0.10716D +00	0.41967D -01	0.10223D +00	0.88188D -01
	3	0.29880D -01	0.42646D +00	0.75855D -01	0.29361D -01	0.55174D -01	0.12901D +00	0.25426D +00
	4	0.21605D -01	0.58780D +00	0.86886D -01	0.19050D +00	0.42137D -02	0.89809D -01	0.91835D -02
	5	0.14656D +00	0.14481D -01	0.97172D -01	0.90454D -01	0.18469D +00	0.12655D +00	0.28977D +00
	6	0.13141D +00	0.74204D -01	0.12318D +00	0.85297D -01	0.12764D +00	0.70402D -01	0.38787D +00
	7	0.13963D +00	0.88963D -01	0.77324D -01	0.56583D -01	0.19085D +00	0.11897D +00	0.32762D +00
F = 4								
DIFFERENTIAL RELATIVE POWER CONTRIBUTION MATRIX								
		7	×	7				
		1	2	3	4	5	6	7
	1	0.76878D -01	0.16592D +00	0.37986D -03	0.43230D -01	0.29889D +00	0.45836D -01	0.37887D +00
	2	0.31703D -01	0.52494D -00	0.70702D -01	0.12104D +00	0.78066D -01	0.76745D -01	0.96264D -01
	3	0.34701D -01	0.60796D +00	0.64303D -01	0.10668D +00	0.75322D -01	0.72137D -01	0.38899D -01
	4	0.12932D -01	0.25485D +00	0.12680D +00	0.32677D +00	0.15225D -01	0.19663D +00	0.66789D -01
	5	0.11886D +00	0.40045D +00	0.75409D -02	0.54121D -01	0.11626D +00	0.77273D -01	0.22549D +00
	6	0.10945D +00	0.26052D +00	0.23624D -01	0.58867D -02	0.24727D +00	0.95198D -01	0.25307D +00
	7	0.90682D -01	0.09266D +00	0.11094D -01	0.91026D -01	0.22642D +00	0.10856D -01	0.17726D +00
F = 0								
DIFFERENTIAL RELATIVE POWER CONTRIBUTION MATRIX								
		7	×	7				
		BFRP <sup>1</sup>	BFP <sup>2</sup>	PKP <sup>3</sup>	BRP <sup>4</sup>	RMKP <sup>5</sup>	BF 4 <sup>6</sup>	FDP <sup>7</sup>
BFRP	1	0.18779D +00	0.54966D -01	0.17224D +00	0.27547D -02	0.11141D +00	0.31062D +00	0.43977D +00
BFP	2	0.33712D -01	0.78546D +00	0.21558D -01	0.51150D +00	0.39837D -01	0.76563D -03	0.35588D -02
PKP	3	0.13868D +00	0.23373D +00	0.61702D -01	0.57160D -01	0.15391D +00	0.34262D +00	0.12198D -01
BRP	4	0.23865D -02	0.82387D +00	0.15728D -01	0.75310D -01	0.49519D -01	0.27232D -03	0.32907D -01
RMKP	5	0.18529D -01	0.13824D +00	0.22264D -01	0.18409D -02	0.20053D +00	0.85194D -01	0.53340D +00
BF 4	6	0.53836D -01	0.36441D +00	0.30809D -02	0.31652D -01	0.11383D +00	0.40741D +00	0.25786D -01
FDP	7	0.17320D -01	0.36043D +00	0.47103D -01	0.27975D -01	0.56594D -02	0.16870D -01	0.52464D +00

(0.08), 牛枝肉卸売価格の寄与率(0.43)が一番大きかった。これは周波数帯の分割上, 乳雄サイクルとピッグ・サイクルをひとつの周波数帯に含めざるを得なかったことにもよると思われるが, それにしても牛肉価格から豚肉価格への影響力の方が数段大きいことを表わしていると思われる。

また飼料費・素畜費等生産費を介して影響すると思われる飼料価格・生乳価格の他の変数に対する寄与が大きく, 畜産物価格が費用価格の変動を相当反映していることがわかる。

食肉間の寄与では, 牛肉価格から豚肉・ブロイラー価格への寄与率が高く, 食肉市場における価格水準の決定に対して牛肉が大きな役割を果たしていることがわかる。同時に, 豚肉卸売価格から他の価格への寄与率が低いことと, ブロイラー価格が牛肉価格変動に対して豚肉以上の寄与率を示していることが注目される。これが先述した周波数分割のためか, あるいは他の要因によるものか, これだけでは何とも言えないが, 食肉間の代替の問題として解明しなければならない問題であろう。

牛肉小売価格は, 生産費の変動(とくに飼料価格の変動)と牛肉卸売価格からの寄与が大きく, 牛肉輸入量からの寄与率は最高でもF3で0.12と低く, 小売価格安定に対する効果を直接期待することはできないことを示している。またF0において牛肉小売価格に対する豚肉卸売価格の寄与率の方が牛肉卸売価格の寄与率より高くなっている。逆に牛肉小売価格からの他の変動に対する寄与を見るといずれも小さく, 小売市場から卸売市場への直接的フィードバックはほとんど行なわれていないということがわかる。

牛肉輸入量の寄与で注目されるのは, 牛肉卸売価格よりも, 豚肉・ブロイラー卸売価格に対する寄与の大きいことで, これは肉質などの点で, 市場に出回る輸入牛肉がせいぜい「並」あるいは「等外」クラスの低価格付肉, 豚肉・ブロイラー等の代替食肉と競合関係を持つことを示していると思われる。逆に輸入量に対する寄与では, 牛肉卸売価格(F2, F4), 飼料価格(F3)からの寄与が大きくなっており, 一応, 価格変動・生産費の変動によって輸入量が決定されてきたことを示している。しかしこの結果は, F4においてはともかく, 先のフェイズによる分析と合わせて考えると, むしろ輸入量の決定から実際に輸入されるまでのラグが大き過ぎ, 輸入された時には既に価格変動に応じたものとは言えなくなっているという制度的欠陥を示す

ものと思われる。

最後にF0で傾向的変動における変数間の寄与の状態をまとめてみよう。既に指摘したように、牛肉卸売価格、牛肉輸入量、飼料価格における対角要素が大きく、これらの変数の変動の内、それ独自の変動による部分の大きいことを示している。飼料価格における独自の変動割合(52%)の大きいことは、輸入に依存する割合の大きい我国畜産を考えると当然のことと言えるが、牛肉輸入量において独自の變動割合(41%)が大きいということは、輸入数量の水準が牛肉価格安定の立場からばかりではなく、政治的理由・国際貿易の観点などから決定されてきたこと、そのようにして決定された部分の大きいことを示していると思われる。更に牛肉卸売価格変動において独自の變動の割合(79%)が大きいことに卸売市場における価格形成のあり方という点から注意する必要があるであろう。

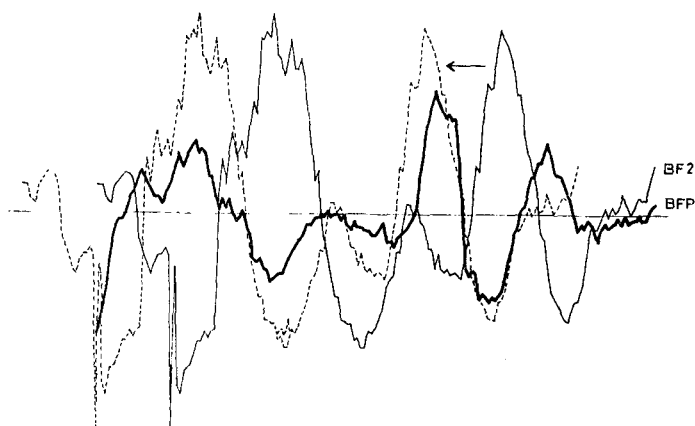
その他、牛肉小売価格における飼料価格からの寄与率(44%)、生乳価格における飼料価格からの寄与率(53%)が高く、いずれも長期的に費用価格の変動にかなり敏感に反応していることがわかる。

また先にも指摘したが、牛肉卸売価格の対角要素が0.79と大きく、79%が独自の變動であり、牛肉卸売価格に対する他変数からの寄与の内最も大きいブロイラー卸売価格からの寄与率でも0.12と小さく、他変数を操作することによって牛肉卸売価格を安定させることは極めて困難であることがわかる。逆に牛肉卸売価格から他変数に対する寄与率は、肝心の牛肉小売価格に対するものが0.05と小さいのを除けばいずれも極めて高く、本論で仮定した食肉システムを安定させるには牛肉卸売価格の安定が是非とも必要となることがわかる。こうした牛肉卸売価格の不安定性が何に由来するものかは、制度的問題の解明等より深い研究を必要とすると思われる。モデルの改良と合わせ今後の課題としたい。

一 注 一

- 7) 実際の計算に用いたのは、和牛・乳雄牛・乳雌牛の枝肉卸売価格と生産量、和子牛農家販売価格、牛肉小売価格、牛肉輸入量と輸入価格、肉牛用配合飼料価格、豚枝肉卸売価格と生産量、ブロイラー卸売価格と出荷羽数、生乳価格と生産量、生鮮魚介の消費者物価指数の18系列であるが、データに問題のあるものもあり、またプログラムの容量による制約もあった他に後述の理由で7変数に絞らざるを得なかった。

- 8) 乳雄枝肉卸売価格 (BFP) と生産量 (BF2) の場合を図示する。20カ月程度ずらすと、二系列の山と谷が良く重なるのがわかる。



- 9) 三牛種の価格を全て含むシステムも計算してみたが、相関が強過ぎ、雑音間の無相関が仮定できないばかりか、コヒーレンスが1以上の値を取るなど理論的に考えられない事態になったため、どれかひとつに絞らざるを得なかった。
- 10) 季節指数を計算したところ、各系列とも顕著な季節変動を含んでいた。和牛枝肉卸売価格と乳雄・乳麩牛枝肉卸売価格とでは、若干その様相が異なり和牛の場合12月に非常に値上がり傾向を示すのに対し、乳雄・乳麩牛の場合8・9月の夏期に大きな山が存在する。これは豚肉の場合とよく似ている。プロイラーの場合は4月にひとつ、12月にもうひとつのふたつの山が存在する。これらの相違は食習慣によるものであろうと思われる。更に卸売価格に比べ小売価格の変動幅が相対的に小さいことが目についた。
- 11) 今回、計算に用いたトレンドは次の通りである。
- |   |                 |
|---|-----------------|
| $BFRP' = 118.111 + 2.58870t - 0.025240t^2 + 0.000076t^3$  | $R^2; 0.722209$ |
| $BFP' = 510.820 - 0.539943t + 0.042830t^2 - 0.000217t^3$  | $R^2; 0.360861$ |
| $PKP' = 412.609 - 0.462521t + 0.00712t^2 - 0.000041t^3$   | $R^2; 0.108102$ |
| $BRP' = 308.182 - 1.99388t + 0.019569t^2 - 0.000081t^3$   | $R^2; 0.851325$ |
| $RMKP' = 432.081 + 0.703079t - 0.010194t^2 + 0.000057t^3$ | $R^2; 0.461135$ |
| $FDP' = 924.265 - 6.98497t + 0.082435t^2 - 0.000313t^3$   | $R^2; 0.842997$ |
| $BF4' = 1096.65 - 37.8573t + 1.28838t^2 - 0.004996t^3$    | $R^2; 0.476649$ |
- 12) 牛肉輸入量の変動幅が他系列より格段に大きかったので、スケールが他のものと異っている。
- 13) 自己回帰モデルをあてはめてスペクトルを推定する場合、回帰の次数Mをどのように決めるかが問題になるが、そのためには  $am(m)$  を用いて予測を行う場合の誤差を示す量の推定値 FPE (final prediction error) を求め、これが最小になるようなMを採用する[1]。Mとしては普通  $2\sqrt{N}$ あるいは  $3\sqrt{N}$  をひとつの目安として一義的に決定されるが、今回は[12]において利用したMEMの結果と比較しながら、妥当と思われるMを選択して計測し

た。

- 14) 牛肉輸入量 (BF4) におけるパワーが大きいのは、注12にもあるように変動幅 (分散) が大きいためである。このことは平均パワーと分散の間に次の関係があることから理解できる[2]。  $x(m)$  の2乗平均を平均パワーと呼ぶ。  $x(m)$  を有限フーリエ級数で表わし、その振幅を  $X_k$  で置き換えると、平均パワーは

$$\frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} x^2(m) = \frac{1}{2} \left( \frac{X_0^2}{2} + \sum_{k=1}^{N/2-1} X_k^2 + \frac{X_{N/2}^2}{2} \right)$$

で表わすことができる。上式を書き換えると

$$\frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} x^2(m) - \bar{x}^2 = \frac{1}{2} \left( \sum_{k=1}^{N/2-1} X_k^2 + \frac{X_{N/2}^2}{2} \right) (= \sigma^2)$$

となり、分散  $\sigma^2$  と関係づけることができる。

- 15) 多次元自己回帰モデルにおいても、1次元の場合のFPEと同様の量を推定して回帰の次数を一義的に決定することができるが、こうして得られた次数が2次であり、これから推定されたパワースペクトルが予想通りの周期性を示さなかったため、1次元でそれぞれに推定した周期性を損なわない程度にまで次数を上げて計算した。データ数が非常に限られている現在の食肉経済のような場合、ある程度の理論的裏づけの下でこのように恣意的とも取れる処理をすることはやむを得ないことと考える。
- 16) 牛肉小売価格と牛枝肉卸売価格とのコヒーレンスがF4で予想外に低かったのは、卸売価格に乳雄枝肉の平均価格、小売価格に精肉「上」のデータを用いたためと思われる。小売の際の等級と卸売の際の格付等級とは直接一致するわけではないが、乳雄枝肉の平均的品質は小売段階での「並」肉に相当し、精肉の「上」クラスは主に和牛肉であると考え、ちょうど乳雄サイクルの存在するこの周波数帯で、和牛サイクルと乳雄サイクルという別個のサイクルが存在することの影響がこのような形で現われたものと考えられる。またブローラー卸売価格と他変数とのコヒーレンスが概して低かったのは、ブローラー・サイクルという独自のサイクルが存在し、その影響が大きいと考えられる。
- 17) 以下の計算の基本的条件である各変数に個有の雑音 (独自の変動) 間の無相関という仮定の妥当性を見るため、あてはめられた自己回帰モデルのホワイ

NORMALIZED SD

MATRIX

7 × 7

	1	2	3	4	5	6	7
1	0.10000D+01-0.36168D+00-0.87813D-03	0.82563D-01	0.42788D+00-0.27315D+00-0.96530D-01				
2	-0.36168D+00	0.10000D+01-0.15367D+00	0.15289D+00-0.58830D+00	0.28332D+00	0.18969D+00		
3	-0.87813D-03-0.15367D+00	0.10000D+01	0.70790D-01	0.19318D-01-0.97004D-01	-0.14714D+00		
4	0.82563D-01	0.15289D+00	0.70790D-01	0.10000D+01-0.17314D+00-0.22611D+00	0.80485D-01		
5	0.42788D+00-0.58830D+00	0.19318D-01	-0.17314D+00	0.10000D+01-0.19359D+00-0.16300D+00			
6	-0.27315D+00	0.28332D+00-0.97004D-01	-0.22611D+00-0.19359D+00	0.10000D+01	0.13932D+00		
7	-0.96530D-01	0.18969D+00-0.14714D+00	0.80485D-01-0.16300D+00	0.13932D+00	0.10000D+01		

トノイズ間の共分散行列を基準化した相関行列を見よう。一部に若干大きなものが見られ、これは酪農と牛肉生産を結ぶ重要な観測点(変数)を見落としているためとも考えられるが、プログラムの容量等の制約もあり、本論文の目的からいって差支えないものと思われる。

- 18) 飼料畜産年鑑54年度版(貿易日通信社)によると、濃厚飼料及び配合飼料の輸入割合は実量ベースで、1965年53.7%、1970年66.3%、1975年68.2%、1977年73.3%と増加しつつある。

#### IV 結

以上の分析を簡単に要約すると以下のことが言えると思われる。

食肉経済システム(牛肉を中心とした)においては各変数がそれぞれに周期変動を含んでおり、またその変動間にいろいろな関連のあることが明らかとなった。即ち食肉経済システムの安定には、ビーフ・サイクル、ピッグ・サイクル、プロイラー・サイクルなどの個々の周期変動の安定ばかりではなく相互関連をも考慮した上で、統一的なシステムとしての安定が図られなければならないと考えられる。

また現在の牛肉輸入制度下での、輸入数量の調整という方法では、牛肉輸入に周期変動の安定という点で多くを望むことができず、価格安定効果もさほどなかったことが明らかとなった。牛肉の輸入と国内生産との調整を図り、牛肉価格の安定に努め需要の伸張を図る、という畜産振興事業団の目的を達成するためには何らかの制度改変が必要と思われる。〔6〕〔7〕〔14〕

また飼料価格等の生産費を左右する要因の変動が食肉経済システムに与える影響は大きく、小売価格・卸売価格の安定には生産の安定が前提になるということが再確認された。

効率的制御の可能性という視点から分析結果を検討すると、食肉経済システムにおける最大の不安定要因が牛枝肉卸売価格であることが明らかとなったが、牛枝肉卸売価格変動に対する他変数からの寄与はいずれも相対的に小さ過ぎ、制御を有効かつ効率的なものにしようとするならば、卸売市場で価格そのものを操作するのが最も効果的ということになる。しかし卸売市場で価格そのものを操作するということには、現在の経済制度の下では大きな制約があり困難と思われる。やはり数量調節を手段とせずを得ないということになると、容易に実現できるのは輸入量の調節ということになるが、現行

制度のままでは輸入政策に価格安定を期待することはできず、少なくとも輸入数量・輸入時期の決定、輸入割当、発注・売り渡し等の措置のスピードアップ、安定基準価格帯の幅の縮小、価格変動に対する迅速かつきめ細かな対応などの制度改善が必要となると思われる。

以上の分析は図4のようなシステムを仮定し、今回取り上げたような変数でシステムモデルを組み立てた結果得られたものであり、これだけの資料でシステムの制御が可能になるわけではない。制御モデルの設計までにはこのような試算をいくつかした上で、現実再現性を十分吟味する必要がある。そのようなシミュレーション、コントロールシミュレーションなどは今後の課題としたい。

### 追記

計算には〔1〕所収のプログラムTIMSACを利用し、北海道大学大型計算機センターのFACOM 230-70/75を用いて計算した。本稿は1979年度日本農業経済学会での報告をまとめたものである。

### 参考文献

- 〔1〕 赤池弘次・中川東一郎 「ダイナミックシステムの統計的解析と制御」, サイエンス社, 1972年
- 〔2〕 大崎順彦 「地震動のスペクトル解析入門」, 鹿島出版会, 1976年
- 〔3〕 岸根卓郎 「理論応用統計学」, 養賢堂, 1969年
- 〔4〕 岸根卓郎 「食料産業システムの設計」, 東洋経済新報社, 1972年
- 〔5〕 岸本裕一 「食肉経済のSDモデルによる牛肉輸入調政策のシミュレーション——M190DYNAMOによる」, 『京大大型計算機センター広報』, vol. 11, No 3, 1978年
- 〔6〕 政策構想フォーラム 「牛肉輸入自由化案—国際協調と国内農業発展の両立を目指して—」, 1978年
- 〔7〕 政策構想フォーラム 「牛肉自由化案批判に答える」, 1978年
- 〔8〕 出村克彦 「ブロイラー産業における周期的変動のスペクトル分析」, 『農業経済研究』, vol. 49, No. 1, 1977年
- 〔9〕 出村克彦 「豚肉とブロイラーの生産・価格における周期変動の時系列分析—Hog Cycle と Broiler Cycle のスペクトル分析—」, 学位論文, 1978年
- 〔10〕 中塚利直 「時系列解析の数学的基礎」, 教育出版株式会社, 1978年
- 〔11〕 日野幹雄 「スペクトル解析」, 朝倉書店, 1977年
- 〔12〕 松田友義 「牛肉経済における周期変動のスペクトル分析」, 『農経論叢』, vol. 35, 1979年

- [13] 唯是康彦 「畜産および配合飼料の計量経済モデル」、『農業経済研究』, vol. 30, No. 1~3, 1976年
- [14] 横田哲治 「牛肉はなぜ高いか」, サイマル出版会, 1977年