

プロジェクト研究の紹介

果実価格予測モデルと品質要因

吉田 泰治

1. 目的

本稿では、平成 14 ～ 15 年度に実施した、行政対応特別研究「果実の需給安定のための経済分析」の成果の一部を紹介する。

本研究の目的は、主要果実、特にみかんとりんごの価格予測モデルを開発することにある。一般的に価格予測としては短期、中期、長期など様々である。本研究では、行政部局（農林水産省生産局果樹花き課）の要請に基づいて、月別価格を予測可能な、短期モデルの作成を目的とする。また、作成されたモデルは、行政部局において担当者が生産予測数量等に基づき、当該年産の価格を予測することが可能なものであることが求められている。

このため、使用するデータは行政部局が入手可能な公表されたものであること、及びモデルも比較的簡単に操作可能なものが求められている。

本研究は、以上のような要請に基づいて行ったものであり、理論的に精緻な計測手法に基づくモデルではないし、中・長期的予測のための社会経済的要因を考慮したモデルでもない。要すれば、生産予測量に基づいて、当該年産果実の月別市場価格を予測可能な、かつ出来るだけ操作の容易なモデルを作成して行政部局に引き渡し、行政部局で日常的な業務に使用できるものの開発を意図したものである。

2. モデルの考え方及び使用データ

(1) モデルの考え方

モデルは、市場価格を消費支出、市場販売量等に基づいて予測する価格関数である。基本式は、

$$(*) \quad P = f(C, Q, P', R) \quad \text{である。}$$

ここで、P：当該品目の価格

C：消費支出

Q：当該品目の市場販売量

P'：代替品の価格（複数）

R：その他の要因 である。

これは、通常の需要関数を価格について解いた、即ち価格に関する誘導形である。その他の要因を除外して、通常の需要関数を線型式で書くと、

$$Q = a + bC + cP + dP' \text{ となる。}$$

パラメーターの符号は、 $c < 0$ 、 $d > 0$ であり、一般的には $b > 0$ である。上の式を価格Pについて解くと、

$$P = - (a/c) - (b/c)C + (1/c)Q - (d/c)P'$$

$c < 0$ 、 $d > 0$ であるから、

$(1/c) < 0$ 、 $-(d/c) > 0$ である。

したがって、計測の基本式 のパラメーターの符号条件はQのパラメーターがマイナス、P'のパラメーターがプラスでなければならない。

その他の要因としては最も重要なものは、品質要因である。果実の場合、食料品の中でも嗜好品の性格が強いので、生産現場においても製品の「高品質」化は関係者の共通認識であろう。しかしながら、果実の価格低下の大きな原因となる流通段階での腐敗、小売店での棚持ちの悪さ等の果実の品質劣化に係る指標は必ずしも確立されているとは言い難い。後述するが、みかんについては果実の糖度が説明要因となりうるが、りんごについては、流通段階での品質指標と呼べるようなものは存在しない。そのため、ここでは、特にりんごについて、品質劣化の原因となる気象要因との関係を分析してみた。その他の要因については、それぞれの要因によって取り得る符号条件は異なるが、高品質なものは価格が高いことは自明であるから、取り上げる要因毎にプラスあるいはマイナスといった先験的符号条件が課せられている。⁽¹⁾

(2) 使用したデータと記号

供給量と価格は、農林水産省統計部「生鮮食料品流通統計」の「1・2類都市市場」合計の市場販売量と市場販売価格である。

計測は、短期の月別の価格予測を行うことを目的としているから月別データに基づいて行う。したがって、データも月別に整理されたものを用いる必要がある。代替品目については、果実以外に飲料、菓子等様々なものが考えられるが、ここでは市場販売データとして整理されている生鮮果実（果実的野菜を含む）に限定した。

月別変動は、月次ダミー変数により処理し、季節調整は行っていない。

使用したデータを以下で使用する記号と対比させて整理すると、以下のようになる。

Q_i : i品目の1・2類都市市場販売量（単位：トン）

P_i : 同 平均市場販売価格（単位：円/Kg）

C : 総務省「家計調査」全国全世帯1人当たり実質消費支出（平成12年価格円）

DEF : 総務省「消費者物価指数」総合（帰属家賃を除く）（平成12年 = 100）

POP : 総務省統計局月別推計人口（単位：千人）

計測期間は、最近の価格低迷要因を分析するため平成8年～14年産としたが、計測対

象となる月は品目により出回り時期が異なることから，以下の通りとした。

みかん ： 9月～翌年3月

りんご ： 8月～翌年5月

うちふじ： 10月～翌年5月

年産はこれらの月の合計又は平均である。

モデルの計測は普通最小2乗法によって行った。後述するが，みかんの代替財としてりんごを用い，りんごの代替財としてみかんを用いている。このため，本来はみかん価格とりんご価格の同時推定を行うべきであるが，計測対象月がずれているために，今回は行わなかった。みかん，りんごとも年間を通じて月別の市場販売量はゼロではない。したがって，すべての月のデータを用いれば，この同時推定は可能であるが，今回は行っていない。主な理由は，計測対象月以外では，出回り量が少なく異常値が発生しやすいこと，さらに，みかんの場合，6～8月は「ハウスみかん」が主力となるため，価格水準が普通うんしゅうみかんとかなり異なり，本来の価格予測の目的をはずれてしまうこと，などが挙げられる。

3．みかん

みかん価格については，多くの生鮮果実の中から統計的適合度などを勘案して，代替財をりんご，いちご，オレンジ（輸入品）の3品目に絞り込んだ。この3品目だけでかなりの説明力を有するが，この他に品質要因について計測してみた。

品質を表す指標としては，日園連（日本園芸農業協同組合連合会）が，東京の大田市場において調査している「糖度」，「酸度」のデータが公表されている。この糖度，酸度のデータを月別データとして整理し，説明変数に追加して計測した。期待される符号条件は，糖度がプラス，酸度がマイナスである。

以上の要因を導入して計測した式が，以下の式1である。

<式1>

$$\begin{aligned} \text{ALOG (P1/DEF * 100.)} = & - 39.4113 + 2.63452 * \text{ALOG (C)} - .409246 * \text{ALOG (Q1/POP)} \\ & (- 3.692) \quad (+2.988) \quad \quad \quad (- 2.634) \\ & +.930900 * \text{ALOG (P2/DEF * 100.)} + .484881 * \text{ALOG (P8/DEF * 100.)} \\ & (+6.848) \quad \quad \quad (+2.187) \\ & +.917388 * \text{ALOG (TOUM)} + .503711 * \text{ALOG (P21/DEF * 100.)} + 1.17470 * Z9 \\ & (+3.222) \quad \quad \quad (+4.558) \quad \quad \quad (+5.227) \\ & +.681277 * Z10 + .880779 * Z11 + .478162 * Z12 + .675756 * Z1 + .858560 * Z2 \\ & (+2.010) \quad \quad (+2.468) \quad \quad (+1.130) \quad \quad (+2.650) \quad \quad (+3.651) \end{aligned}$$

$$\text{ADJ/R * R/} = 0.885 \quad \text{S.E.} = 0.1329 \quad \text{D.W.} = 1.449$$

計測期間：平成8年9月～平成15年3月（4～8月を除く）

ADJ/R * R/は自由度調整済み決定係数，S.E.は標準誤差，D.W.はダービン・ワトソン比，

パラメーターの下の()内はT - 値であり, ALOG は自然対数を表す。(以下同じ)
品目コードは, 1 (みかん), 2 (りんご), 8 (いちご), 21 (輸入オレンジ)である。
TOUM は糖度, Z_j は, j 月に対応した月次ダミー変数である。

月別価格の実績値と式 1 による推定値は, 図 1 の通りであり, 年産区分に従って集計した結果が図 2 である。

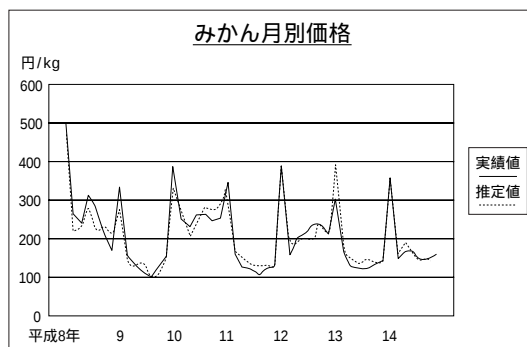


図 1

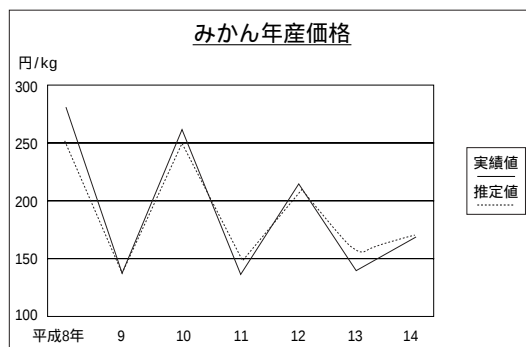


図 2

実績値に対する推定値の適合度はほぼ満足すべきものと思われる。この計測結果から指摘できることは,

みかん価格は, 消費支出, 市場販売量, 代替財価格及び糖度によりほぼ説明できること

代替財の価格がみかん価格へ与える影響はかなり大きいこと

糖度は価格上昇に対してかなり大きくはたらくこと

などである。

品質要因については, 酸度及び糖酸比(糖度/酸度)についても計測を行ったが, 糖度に比べ有意性が低かった。

式 1 の推定結果を年産別にまとめ, 平成 14 年産価格を実績値と比較すると, 実績値 169 円に対し, 推定値は 171 円であり, 差は 2 円となる。

なお, 式 1 から糖度を除外した計測も行ったが, 最近月のトレースが悪く, 14 年産の推定価格は 159 円となり, 実績値との乖離が大きかった。

4. りんご

りんごについては, りんご合計と, 主要品種である「ふじ」について計測した。

代替財については種々計測の結果, みかん, いちごが一応有意に計測された。

りんごの品質指標については, みかんのように流通段階で調査した指標は存在しない。ここでは, 長野県農業試験場で採取された品質データ(a . 果重, b . 着色指数, c . 地

色指数，d．糖度，e．ヨード・でんぷん反応指数，f．官能検査による食味指数，g．熟度指数，h．酸含量）の年産平均値を用いて計測し，糖酸比，酸度については一応有意な結果を得た。⁽²⁾

ただし，品質データは年産平均値であるので，年産平均値を当該年産のすべての月に同一の数値として設定しているので，価格関数のシフターのような働きをしているが，自由度など理論的には問題がある。

その結果は，以下の式 2 及び式 3 である。

< 式 2 りんご >

$$\begin{aligned} \text{ALOG (P2/DEF * 100.)} = & - 32.2458 + 2.59604 * \text{ALOG (C)} - .604706 * \text{ALOG (Q2/POP)} \\ & (- 4.641) \quad (+4.393) \quad \quad \quad (- 4.490) \\ & +.245491 * \text{ALOG (P1/DEF * 100.)} + .411793 * \text{ALOG (P8/DEF * 100.)} - .709725 * Z8 \\ & (+4.778) \quad \quad \quad (+4.475) \quad \quad \quad (- 5.731) \\ & -.075685 * Z9 + .205248 * Z10 + .402019 * Z11 - .367897 * Z12 + .050765 * Z1 \\ & (- .8595) \quad (+2.616) \quad (+4.968) \quad (- 3.113) \quad (+.8782) \\ & +.378191 * Z2 + .040705 * Z3 + .076342 * Z4 - .782193 * \text{ALOG (SAN/TOU)} \\ & (+4.572) \quad (+.5183) \quad (+1.003) \quad (- 2.787) \end{aligned}$$

$$\text{ADJ/R * R/} = 0.723 \quad \text{S.E.} = 0.1142 \quad \text{D.W.} = 1.310$$

計測期間：平成 8 年 8 月～平成 15 年 5 月（6，7 月を除く）

品目コードは，2（りんご），1（みかん），8（いちご）である。

SAN/TOU は，糖酸比である。

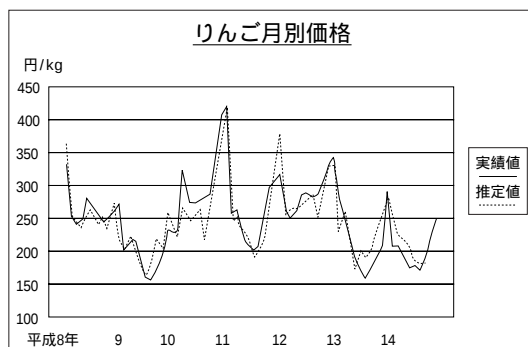


図 3

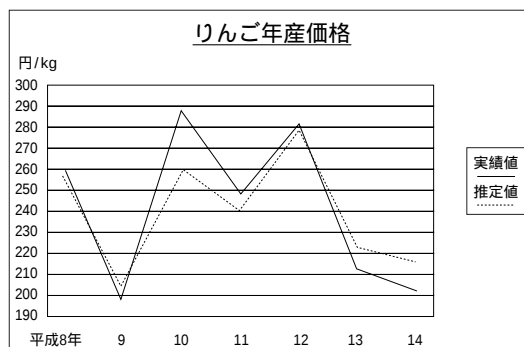


図 4

<式3 ふじ>

$$\begin{aligned}
 \text{ALOG (P6/DEF * 100.)} = & -18.7661 + 1.93857 * \text{ALOG (C)} - .500777 * \text{ALOG (Q6/POP)} \\
 & (-4.727) \quad (+5.214) \quad \quad \quad (-4.664) \\
 & +.347325 * \text{ALOG (P1/DEF * 100.)} - .190791 * \text{ALOG (P8/DEF * 100.)} + .099848 * Z1 \\
 & (+5.835) \quad \quad \quad (-1.255) \quad \quad \quad (+2.239) \\
 & +.296104 * Z2 - .014714 * Z3 - .160059 * Z4 - .466165 * Z5 - .356402 * Z10 \\
 & (+4.342) \quad (-.2201) \quad (-1.841) \quad (-4.215) \quad (-1.631) \\
 & +.596094 * Z11 - .687313 * \text{ALOG (SANF)} \\
 & (+5.840) \quad (-4.194)
 \end{aligned}$$

$$\text{ADJ/R}^2 = 0.788 \quad \text{S.E.} = 0.1116 \quad \text{D.W.} = 1.229$$

計測期間：平成8年10月～平成15年5月（6～9月を除く）

品目コードは、6（ふじ）、1（みかん）、8（いちご）である。

SANF は、ふじの酸度である。

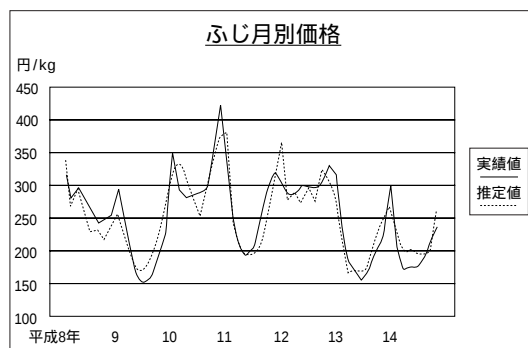


図5

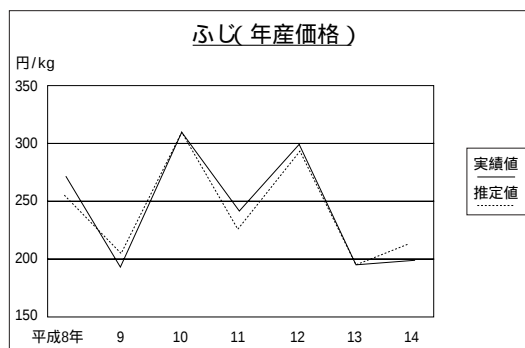


図6

一見してわかるように、みかんに比べて若干適合度が低い。

14年産価格について比較すると、りんご合計では実績値203円に対し推定値は216円、ふじでは実績値198円に対し推定値214円となり、みかんの場合に比べて乖離が大きい。

このように乖離が大きい原因の一つとして、みかんの場合のように、市場関係者のコンセンサスを得ている品質要因が必ずしも確立されておらず、品質劣化等を反映する流通段階での品質指標がない、ということがあげられよう。ここで用いた品質指標は、例として長野県のしかも試験場のものをあげたが、主産県ではあるが、全国のしかも実際に流通している商品の代表値として必ずしも適当であるかどうかはまた別の問題である。また、市場販売量、価格などの月別データと年データである品質指標を混合して計測しているなど、方法論的にも問題がある。

5. りんご価格と気象要因

りんごについて、品質を左右する重要な要因である気象要因を考慮した価格関数を計測

してみた。即ち、「気象→品質→価格」という因果関係から、必ずしも確立された指標がない品質要因をはずし、「気象→価格」という形で計測してみた。

ただし利用可能なデータの制約から、「つがる」と「ふじ」の2品種について、価格低下要因と想定される「つがるの果肉先熟」と「ふじの蜜入り」という事象について、気象要因との関係を分析した。

気象要因と価格との関係を分析するため、具体的には、以下の式を計測する。

$$(**) \quad P = f(C, Q/POP, C_j)$$

ここで、

Pはりんご（具体的には「ふじ」又は「つがる」）価格

Cは消費支出，Qは市場販売量，POPは総人口，C_j（j = 31 ~ 50）は上の気象要因である。

この事象を説明するために用意した気象データは以下の表の通りである。基礎データは、青森県及び長野県の農業試験場で採取されたものである。

表1 りんご品質に影響する気象要因データ

記号	説明
C 37	青森県の9/1 ~ 11/10の日最低気温が15 以下の日数割合
C 38	同 10
C 39	同 5
C 40	青森県の10/1 ~ 11/10の日最低気温が15 以下の日数割合
C 41	同 10
C 42	同 5
C 43	長野県の8/14 ~ 8/24の日平均気温が20 以上の日数割合
C 44	同 日最低気温
C 45	青森県の8/29 ~ 9/8の日平均気温が20 以上の日数割合
C 46	同 日最低気温
C 47	長野県のつがるの開花(満開)期の早晚(平年との比較)
C 48	同 ふじ
C 49	青森県のつがるの開花(満開)期の早晚(平年との比較)
C 50	同 ふじ

注．早晚とは、平年に比較しての開花日であり、具体的には
 平年の開花日に対する当該年の開花日との日数の差である．
 平年より早い場合は -，遅い場合は + で表示され、単位は日数である．

まず、各事象と気象要因との関係について簡単に記す。

つがるの果肉先熟

つがるの果肉先熟は、果実の内部品質が十分な熟度であるが、着色が不十分なため、収穫を遅らせることによって、果肉が過熟して品質を低下させるものである。

この事象は、a．収穫に適した熟度に達する前に高い気温に遭遇する程、b．開花期が早い程、発生しやすい。したがって、価格と表1に示された気象要因との相関関係は以下の通り。

a . C 43 または C 44 が価格と負の相関 , 併せて C 47 が正の相関 (長野)

b . C 45 または C 46 が価格と負の相関 , 併せて C 49 が正の相関 (青森)

ふじの蜜入り

ふじの蜜入りは , 蜜入りした果実ほど貯蔵中に果実内部が褐変しやすく品質を低下させるものである。

この事象は , 果実熟度が進む程発生しやすく , a . 収穫までの低温によって果実内部への蜜の集積が進行する程 , b . 開花期が早い程 , 発生しやすい。したがって , 価格と気象要因との相関関係は以下の通り。

a . C 37 ~ C 42 のいずれかが価格と正の相関 , 併せて C 50 が正の相関 (青森)

想定されるすべての気象要因の組み合わせを計測し , 上に示した符号条件を満たす式をさがし , かつ統計的適合度の高い式を選んだ。

なお , 気象データにマイナスやゼロのものがあるので , 対数変換は行わず , 線型式で計測 , かつ表 1 の気象データを説明変数とするため , 月別データではなく年産データで計測した。計測期間は平成 8 ~ 14 年産である。

以下の計測結果で使用する記号は以下の通り。

P 2 T : つがる価格 (年産は 8 ~ 10 月平均)

Q 2 T : つがる市場販売量 (年産は 8 ~ 10 月合計)

P 6 : ふじ価格 (年産は 10 ~ 翌年 5 月平均)

Q 6 : ふじ市場販売量 (年産は 10 ~ 翌年 5 月の合計)

C : 1 人当たり実質消費支出 (つがるの分析では , 8 ~ 10 月合計 , ふじの分析では 10 ~ 翌年 5 月の合計)

D E F : 消費者物価指数総合 (上と同様の期間の平均)

P O P : 総人口 (同)

計測結果は , 以下の通りである。

1) つがるの果肉先熟

考えられる気象要因の組み合わせは ,

長野県のデータ (C 43 , C 47) , (C 44 , C 47)

青森県のデータ (C 45 , C 49) , (C 46 , C 49)

符号条件は , C 43 , C 44 , C 45 , C 46 の係数が負 であって ,

かつ C 47 , C 49 の係数が正 であること , である。

具体的に (* *) 式を上を組み合わせについて計測してみると , すべての組み合わせについて , 符号条件を満たす結果が得られた。

気象要因を入れない計測に比し , 統計的適合度 , 具体的には自由度修正済み決定係数が上がるのは , (C 43 , C 47) , (C 45 , C 49) の組み合わせである。

具体例として、(C 45 , C 49) の組み合わせを示す。

< 式 4 >

$$\begin{aligned} P2T/DEF * 100. = & +2237.10 - .006699 * C - 50.7015 * Q2T/POP - 75.6696 * C45 \\ & (+7.913) (- 6.818) \quad (- 3.808) \quad (- 4.393) \\ & +.230467 * C49 \\ & (+.4814) \\ ADJ/R * R/ = & 0.959 \quad S.E. = 5.8694 \quad D.W. = 2.315 \\ \text{計測期間：} & \text{平成 8 年産} \sim 14 \text{ 年産} \end{aligned}$$

< 式 5 > (気象要因なし)

$$\begin{aligned} P2T/DEF * 100. = & +2277.93 - .007104 * C - 11.3275 * Q2T/POP \\ & (+3.489) (- 3.081) \quad (- .3434) \\ ADJ/R * R/ = & 0.608 \quad S.E. = 18.2068 \quad D.W. = 2.310 \\ \text{計測期間：} & \text{平成 8 年産} \sim 14 \text{ 年産} \end{aligned}$$

式 4 は、気象要因を入れない計測 (式 5) に比し、価格の説明力は向上する。C 45 , C 49 の二つの気象要因のうち、C 49 (開花期の早晩) の説明力が弱い、一応符号条件は満たしている。推定値と実績値の比較は図 7 の通りである。

2) ふじの蜜入り

考えられる気象要因は、

青森県のデータ (C 37 ~ C 42 , C 50) の組み合わせである。

符号条件は、C 37 ~ C 42 のいずれかの係数が負 であって、
かつ C 50 の係数が正 であること、である。

つがるの場合と異なり、ふじの蜜入りについては、良好な計測が少なく、符号条件を満たす結果が得られたのは、C 40 と C 50 の組み合わせ (式 6) のみである。

< 式 6 >

$$\begin{aligned} P6/DEF * 100. = & +961.487 +.000132 * C - 193.880 * Q6/POP - 540.993 * C40 \\ & (+.6841) (+.0919) \quad (- 3.716) \quad (- 1.451) \\ & +1.34506 * C50 \\ & (+.6774) \\ ADJ/R * R/ = & 0.907 \quad S.E. = 15.0218 \quad D.W. = 2.427 \\ \text{計測期間：} & \text{平成 8 年産} \sim 14 \text{ 年産} \end{aligned}$$

< 式 7 > (気象要因なし)

$$P6/DEF * 100. = - 192.710 + .001030 * C - 247.124 * Q6/POP$$

$$(-.2952) \quad (+1.309) \quad (- 5.316)$$

$$ADJ/R^2 = 0.866 \quad S.E. = 18.0462 \quad D.W. = 2.523$$

計測期間：平成 8 年産 ~ 14 年産

推定値と実績値の関係は以下の図 8 に示す。

つがるの果肉先熟の場合と同じく、C 50 (早晚) のデータの有意性が低い。また全般的に統計的な適合度が低く、この結果をもって価格と気象要因の関係について、一定の関係があることは推測されるものの、結論を出すことは早計と考えられる。

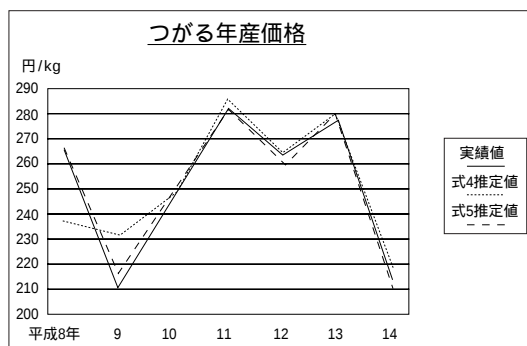


図 7

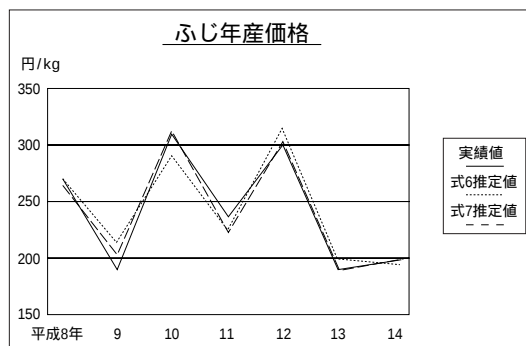


図 8

以上の計測から、りんごの価格と気象要因の関係については、一定の関係はあるものと推測されるものの、結論を得るまでには到らないと考える。気象要因データについても、主産県である青森県と長野県のデータであり、これらをもって全国平均の価格との関係を分析することには限界がある。また、計測期間も短く、数値の安定性の面でも問題はなしとしない。今後の課題である。

6. 終わりに

本研究では、主要果実である、みかん、りんごの短期的な市場価格を予測できるモデルを、行政部局が利用可能な公表データに基づき、開発した。しかし、このモデルで考慮した要因は、若干の品質指標は導入したものの、ほとんど需給要因だけである。その意味では、考慮の対象外とした社会経済的要因を用いた、より長期的な価格及び需給を予測するモデルが必要である。本研究で開発したモデルは、それらと組み合わせられて、行政に生かされるべきであると考ええる。

また、本研究で価格の説明要因として導入すべく検討を重ねた品質指標に関しても、みかんはともかく、主要果実であるりんごについても、果実の価格低下の大きな原因となる

流通段階での品質劣化等について、関係者の共通認識となる品質指標は存在しない。流通関係者にとって、価格を左右する流通段階での品質指標の確立は重要な事項である。ここで示したりんごだけでなく、主要な果実について、流通段階での品質指標の確立と定期的な把握が価格安定を図る意味でも急務であることを、特に強調しておきたい。

付記：本研究で使用した、市場販売量、価格、品質指標、気象要因データは、すべて本研究を依頼した、生産局果樹花き課より提供されたものである。

注(1) 例えば、糖度の上昇は価格の上昇をもたらすと考えられるから、糖度を説明変数とした場合、その係数はプラスでなければならない。しかし、糖度と価格の関係は線型（比例的）とは限らないことにも注意する必要がある。

(2) 梶川〔1〕は、農林水産省果樹試験場がまとめた「系統適応性検定試験」の県別データを使用して、品種別に糖度、硬度等の品質指標と価格の関係を分析し、一定の成果を挙げた。しかしながら、系適試験の品質データは、県の試験場で栽培された果実に対する調査データであって、必ずしも実際に流通している果実品質を代表しないとの見解もある。

<参考文献>

- (1) 梶川千賀子、『リンゴ経済の計量分析』，平成 11 年 4 月，農林統計協会
- (2) 吉田泰治，「データ解析によるみかん価格の分析」，『平成 10 年度果実流通改善調査事業報告書』，平成 11 年 3 月，（財）中央果実生産出荷安定基金協会
- (3) 吉田泰治，「最近の果実価格の計量分析——みかんを中心に——」，『福岡の果樹』39 巻 4 号，平成 16 年 4 月，全農福岡県本部