# ファジイ数を用いた植物生産環境システムの経済性分析(第2報) きのこ工場における設備投資の意志決定

松山正彦・寺澤 泰\*・堀部和雄\*\* 名古屋女子大学家政学部 \*(株)長野電波技術研究所 \*\*三重大学生物資源学部

Economic Analyses by the Use of Fuzzy Number On Plant Production Environment Systems (Part 2)

Decision Making of Investment on Mushroom Factories of Hypsizigus marmoreus Masahiko Matsuyama, Yasushi Terasawa and Kazuo Horibe

Faculty of Domestic science, Nagoya Women's University, Mizuho-ku, Nagoya 467, Japan

\* Nagano Denpa technology center(Co.), Okada Shinonoi, Nagano 381-2225, Japan \*\*Faculty of Bioresource, Mie University, Kamihama, Tsu 524, Japan

#### **Abstract**

The market price of H. marmoreus rose during the first 9 years of its supply to the Market, from 1973 to 1982, and then fell(Fig.1). It sells at a very high price during the autumn season, and at a low price during the summer season(Fig.2).

Let  $R_p$  be the year of grace, and h be the membership function of fuzzy model, the Fuzzy equation  $\tilde{\chi}(R_p)$  predicts the future market price of H. marmoreus by analyzing some data from 1982 to 1992.

$$\tilde{X}(R_p) = (130.72, 4.7189/(1 - h))_L - (21.250, 0.000)_L \ln(R_p - 1981)$$
 (7)

These data and the equation are shown in figure 3.

From this equation, the estimated market price(yen) per 100g of H. marmoreus is (69.9, 74.6, 78.9) in 1995. On the other hand, the production cost per 100g of H. marmoreus is (40.1, 58.7, 99.6). These T. F. N. are shown in figure 4. As a result, the probability that the production cost is less than the estimated market price, is 75.5%. Conversely, the probability that the production cost is more than that is 14.7%.In the next place, Tables of cash income of 15 years hence is made by using the fuzzy equation  $\tilde{x}(R_p)$  and fuzzy yield (table 1). Let be the borrowed capital ratio, be the amount of initial investment, and j the depreciation ratio. The equal repayment

(B) is as follows;

$$B\sum_{i=1}^{15} \frac{1}{(1+j)^{i}} = B\frac{1-(1+j)^{-15}}{j} = (1-)\sum_{i=-1}^{0} \frac{I_{i}}{(1+j)^{i}}$$
 (13)

In this table, the cash incomes are given in values of n years hence. So, the values are changed into present values. Let be the cut level of T. F. N. showing cash income,  $I_n$  be the lowest limit of it,  $S_n$  be the highest limit of it,  $S_n$  be the lowest limit of discount ratio,  $S_n$  be the highest limit of it. Then, the cumulative cash income( n)

is as follows:

$$\Gamma_{n}(a) = \sum_{i=0}^{n} \left[ \frac{\underline{I}_{i}(a)}{(1+S_{i}(a))^{i}}, \frac{S_{i}(a)}{(1+\underline{i}_{i}(a))^{i}} \right]$$
(15)

In the table 1, the T.F.N. of accumulative cash income ( ten thousand yen ) par 15 years by the cash income changed into present values is ( 587, 2900, 4405), and it by the representative ordinary number of cash income is ( 2727, 2846, 2969) (Fig.  $5 \sim 8$ ). We conclude from the analyses described above that the economic condition of this mushroom factories is very good.

### 緒 言

植物生産環境システムとして近年発達している施設栽培、工場的植物生産では投資額が多く、投資の意志決定など経済的な解析が重要である。このような植物生産に関するシステムの経営分析では、栽培技術などの相違により生産量・費用の算定は異なりまた収益の予測は困難を伴うため、個別的な経営結果を重視して解析する方法が一般的に利用されている」。しかし、対象システムに巨大な投資を行う場合には、生産量・費用算定に利用するデータに幅を持たせたり、あらかじめ将来の状況変化を見込んで収益を予測する総合的な解析が必要であり、このような場合には数値に幅を持つファジィ解析が適する。

農産施設におけるファジィ理論の適用はミカンの品質判定  $^2$ 〉、キュウリの選別  $^3$ )や農産物の画像識別  $^{4.5}$ )などにみられる。経済性の評価に用いた例は少なく圃場・機械・施設などの利用計画システム  $^6$ )、農業機械の経済寿命の評価  $^7$ )、乳業工場の短期生産計画の意志決定  $^8$ )、などがあるがきのこ工場に適用した例はない。

第 1 報ではファジィ数を用いる費用計算を行い栽培技術の重要性と正確な経営分析が必要なことを示したが、本報ではきのこ工場を具体例として取りあげ、複雑多様化した大規模な植物生産環境システムの投資の可否を柔軟に判定するため、不確定な要素が多い将来のきのこ市場価格を示唆するファジィ回帰モデルを求め、第 1 報で求めた 1 瓶あたりのファジィ収量とともにこれらの原価の大小を比較する販売価格法と利益の大小を比較する利子率法の手法に適用し $^9$ )、工場的生産の経済性、具体的には設備の新設、更新、大型機器の導入などにおける投資の意志決定について考察したので $^{10^{\sim}14^{\circ}}$ 報告する。なお、本報ではきのこ工場を扱ったが、この方法は他の植物の工場的生産などにも適用できる。

## 市場価格の予測

きのこ(ブナシメジ)の各年の市場価格(円 / 100g) X の区間データを図 1 に示す。区間データは長方形で表しその中の横線は各年度における  $1\sim12$  月の市場価格を表している。市場価格は栽培開始当初は目新しさもあって 1982 年までは上昇している。しかし以後はその生産量が年々増大するにつれて逆に下降をたどる。月別の市場価格は図 2 に示すごとく毎年春季から夏季にかけて低く、また秋季から冬季にかけて高くなるため大きな幅があり、図 1 に示した各年の区間データを利用して市場価格の予測式を求めることができない。また、仮にこの区間データを利用すれば最大値では過大な、最小値では過小値を推定することになる。それできのこの普及がある程度行き渡るようになったと思われる 1982 年から 1992 年までの 11 年間のそれぞれの年における平均市場価格の実数データを用い、西暦年号 $R_p(R_p-1982)$ で市場価格を幅をもって予測するファジィ回帰モデル  $\tilde{X}(R_p)$  を以下のごとく求めた  $14^{\sim16}$  。平均市場価格の実数データを $X_p$ とすれば、

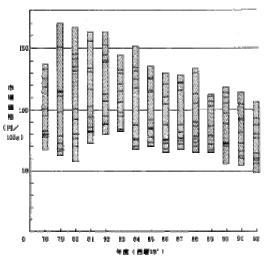


図 1 各年における月ごとの市場価格 (円/100g)(ブナシメジ)

Fig.1 Market price of each month on H. marmoreus(yen/100g)

用いたデータは以下のごとくなる

(7)

$$\{(R_p - 1981; X_p)\} = \{(1;126),(2;114),(3;104),(4;102),(5;93),(6;96),$$
  
 $(7;94),(8;90),(9;88),(10;81),(11;75)\}$ 

ここで年度 ( $R_p$  - 1981) を自然対数目盛にとり、市場価格のデータを片対数方眼紙にプロットすると直線を描きかつ右下がりになるので、次のような区間線形回帰モデルを想定できる。

$$X (R_p) = A_0 + A_1 1 n (R_p - 1981)$$

$$= \langle a_0 c, a_0 w \rangle + \langle a_1 c, a_1 w \rangle 1 n (R_p - 1981)$$
(1)

ただし、 $A_0$ と $A_1$ は係数であり、  $< a_0c$ ,  $a_0w>$  と  $< a_1c$ ,  $a_1w>$  は $A_0$ と $A_1$ の中央値と幅を示す。これらの係数は次のような線形計画問題を解けば得られる。すなわちX ( $R_p$ )の中央値を $X_c$  ( $R_p$ )、幅を $X_w$  ( $R_p$ ) とすると、問題は以下のように整理される。

目的関数:
$$\sum_{p=1}^{m} X_{w}(P_{p})$$
 最小化 (2)

制約条件: 
$$X_c(R_p) X_w(R_p) X_p$$
,  $P=1, 2, ..., 11,$  (3)

$$X_{c}(R_{p})+X_{w}(R_{p})$$
  $X_{p}$ ,  $P=1, 2, ..., 11,$  (4)

$$a_{iw} = 0$$
,  $i = 1, 2$  (5)

上式を線形計画法により解き,求めた区間線形回帰モデルは

$$X(R_p) = <130.72, 4.7189 > -<21.250, 0.0000 > In(R_p 1981)$$
 (6)

である。これより開区間(0, )内の任意レベル h に対する市場価格のファジィ線形回帰モデル $\hat{x}$   $(R_p)$  は、

$$\tilde{x}$$
 (R<sub>p</sub>)=(130.72, 4.7189 / (1 - h)<sub>L</sub> (21.250, 0.0000)<sub>L</sub>I n ( R<sub>p</sub> - 1981 )

となる。図 3 に予測市場価格のファジィ線形回帰モデル $\hat{x}$  ( $R_p$ ) の最確値とメンバーシップ関数 h=0 のときの値を頂点とした三角形で表す。図から先ほどの期間における各年の平均市場価格の実数データ(黒点)がファジィ回帰モデル $\hat{x}$ ( $R_p$ )により示される T.F.N 値(黒三角形)に包含されるのがわかり、これにより将来の市場価格の T.F.N 値(白三角形)を予測できる。

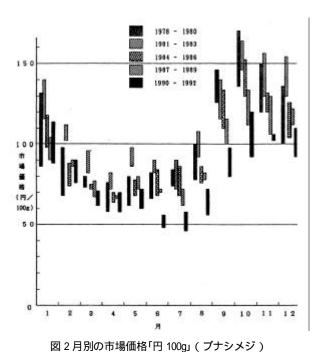


Fig.2 Market price of each month(yen/100g)(H. marmoreus)

#### . 生產原価

きのこ(ブナシメジ)工場では瓶を用いた菌床栽培が一般的に行われ、年間あたり 3 から 3.6 サイクル繰り返されている。瓶 1 本あたりの生産原価を Y(円/本)とすると

経済性分析

$$Y = (CC + OC + OO) / Q \tag{8}$$

となる。ここで Q は年間生産量(本 / 年)、CC は減価償却費などの固定費(円 / 年)、OC は材料費などの変動費(円 / 年) OO は事務用人件費などの管理費(円 / 年)である 17 。初期総投資額を (円)、自己資本比率を 、法定償却費を 、資本利率を j とすれば、CC において他人資本比率は (1 - 1) 他人資本分の初期総投資額は (1 - 1) 1、1 年目の資本金利すなわち利息金は (1 - 1) 、また減価償却費は で与えられる。減価償却費と資本金利以外の固定費を CC とすれば、

$$CC = +j(1 - ) + CC'$$
 (9)

となる。さらに、

$$G = CC' + OC + OO$$
 (10)

と定義すれば、式(8)は、

$$Y = ( +j (1 - ) +G)/Q$$
 (11)

とも表される。OCはファジィ数で与えられるので、G, Yはいずれもファジィ数となる。また、初期総投資額 は、生産開始 m年前から 1年間に i(P)ずつ投資されるものと仮定すれば、

$$I = \sum_{i=-m}^{0} \underline{I}_{i}$$
 (12)

と表される。

ここで供試きのこ工場では初期総投資額1億1250万円のすべてが他人資本(=0)で、資金全

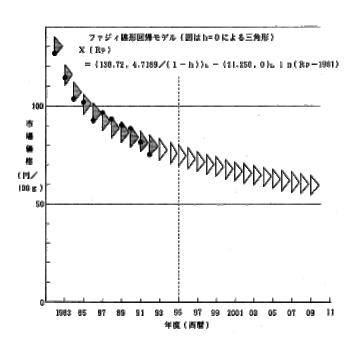


図3市場価格(円/100g)の予測式(ブナシメジ)

**Fig.3** Fuzzy e quation for estimating the future market price rate (H. marmoreus)

#### 2. 現金収支

きのこ工場(ブナシメジ、 =0)における現金収支の状況を検討する。

式 (11) の Y を式 (18) に代入すれば、Q  $\hat{x}$  - ( +j(1 - ) +G ) 0 である。これらの値を各年度ごとに計算した結果が表 1 である。G に表中の各種税金合計 T を含めれば、上式の左辺は表 1 の P になる。この値が正であれば投資は成り立つことになる。

表 1 に示す粗収入は、式 (7) に示す市場価格のファジィ回帰モデル $\hat{x}$   $(R_p)$ で 1995 年以後 15 年間の市場価格の予測値を T . F . N型ファジィ数として求め、これに 1 瓶あたりの平均的収量の最確値 (160g) を適用して得た収益から式 (10) に示した材料費や労務費などの生産量を引いて算出した。このときの累積粗収入 ( 万円) は(2529, 23590, 43234)となった。また、減価償却費は一般によく用いられる定額法で求め、金利はJ=j(1-) により計算した。この結果を図 4 に示す。つぎに各種税金合計について説明する。

会社組織であるきのこ工場を運営するためには、粗収入から減価償却と金利を差し引いた利益である課税対象額に、法人税(国税)、法人事業税(都道府県税)、法人住民税(都道府県税と市区

表1 ファジイ数を用いた現金収支 自己資本率 = 0.00,資本比率 j= 0.055)
Table 1 The cash income and outgo by the use of fuzzy number( = 0.00, j= 0.055)
1995年を初年度とする相収入の幅は市場価格の幅による)

	1999年を別十及こりの(田仏			5137
年	粗収入(所得)	減価償却	金利	利益
N	R=QX-G	D=	J= J{ 1 - }	U=R-D-J
1	(1815, 2150, 2493)	750.0	618.8	(446, 781, 1124)
2	(1716, 2051, 2386)	750.0	577.5	(389 , 724 , 1059 )
3	(1616, 1951, 2286)	750.0	536.3	(330, 665, 1000)
4	(1523 , 1858 , 2193)	750.0	495.0	<b>Q</b> 78, 613, 948)
5	(1438 , 1773 , 2108)	750.0	453.8	<b>Q</b> 34, 569, 904)
6	(1352, 1694, 2029)	750.0	412.5	(190, 532, 867)
7	(1274 , 1616 , 1951 )	750.0	371.3	(153, 495, 830)
8	(1202 , 1537 , 1872)	750.0	330.0	(122, 457, 792)
9	(1131 , 1466 , 1808)	750.0	288.8	(92, 427, 769)
10	(1067, 1402, 1737)	750.0	247.5	(70, 405, 740)
11	(1003, 1338, 1673)	750.0	206.3	(47, 382, 717)
12	(939, 1274, 1609)	750.0	165.0	(24, 359, 694)
13	(882 , 1217 , 1552)	750.0	123.8	(8, 343, 678)
14	(825 , 1160 , 1495)	750.0	82.5	(-8, 328, 663)
15	(768 , 1103 , 1438)	750.0	41.3	(-23, 312, 647)
計	(18551, 23590, 28630)	11250.0		(2352 , 7392 , 12432 )

年	各	種税金合	·計		純益		均等	現金収入		
N		T			P = U- T		返済B	C = R = T- B		
1	(184,	326,	516)	(262 ,	455 ,	608)	1121	<b>(</b> 510 ,	703 ,	856)
2	(160,	300,	480)	(229 ,	424 ,	579)	1121	(435,	630,	785)
3	(178,	320,	496)	(152,	345,	504)	1121	(317,	510,	669)
4	(157,	299 ,	465)	(121,	314,	483)	1121	(245 ,	438 ,	607)
5	(139,	279 ,	439)	<b>9</b> 5 ,	290,	465)	1121	(178,	373 ,	548)
6	(121,	263,	419)	<b>6</b> 9 ,	269,	448)	1121	(110,	310,	489)
7	(106,	247,	397)	<b>4</b> 7 ,	248,	433)	1121	(47 ,	248,	433)
8	(93,	230 ,	376)	<b>2</b> 9 ,	227 ,	416)	1121	(-12,	186,	375)
9	<b>(</b> 82 ,	218,	365)	(10,	209,	404)	1121	(-72,	127,	322)
10	(72 ,	207,	351)	(-2,	198,	389)	1121	(-126,	74,	265)
11	<b>6</b> 3,	198,	342)	(-16,	184,	875)	1121	(-181,	19,	210)
12	<b>(</b> 53 ,	187,	330)	(-29,	172,	364)	1121	(-235,	-34	158)
13	(45 ,	180,	323)	(-37,	163,	355)	1121	(-284,	-84	108)
14	(43,	174,	316)	(-51,	154,	347)	1121	(-339,	-135	58)
15	(42 ,	166,	308)	(-65,	146,	339)	1121	(-395,	-184	9)
計	(1538,	3594 ,	5923)	(814,	3798 ,	6509)	16815	(198,	3181 ,	5892)

町村民税 ) 固定資産税 (市区町村民税) それに消費税 (国税) などが課税される <sup>18,19</sup>。法人所得に対するおよその課税額合計として一般的な実行税率 49.98%を用いることもあるが <sup>20</sup>、ここではさらに精細な計算を行った。法人税は、資本金が 1 億円以下または資本金を有しない場合、800万円以下には 28%、800万円超には 37.5%の税率が適用される。法人事業税は、350万円以下の利益金額には 6%、350超~700万円以下には 9%、700万円超には 12%の税率が適用される。法人住民税は、法人都道府県民税が均等割額 (年額2万円)と法人税割額 (法人税額の 100分の5) 法人市区町村民税が均等割額 (年額5万円)と法人税割額 先に算出した法人税額の100分の12.3)とからなる。この税は経営収支が赤字でも支払わなければならない。消費税は、課税売り上げにかかる消費税額から課税仕入れにかかる消費税額を引いたものであり、算出方法には以下の2

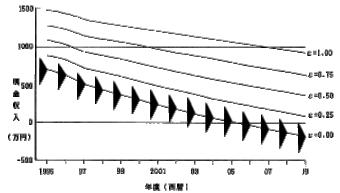


図 4 現金収入の推移と自己資本比率の関係(図中の T.F.N.は = 0 の場合) (予測市場価格の幅による場合)

**Fig.4** Relation between transition of income and ratio of self-captal (In the case by width of estimate market price)

方式があり有利な方を選んでよい。すなわち、課税売り上げ高と課税仕入れ高を集計してそれぞれの金額に 103 分の 3 を掛けて求める帳簿方式と、課税売り上げ高が 4 億円以下の第 3 種事業(製造)では課税売上高×0.9%により求める簡易方式とがある。ここでは簡易方式を用いて算出した。固定資産税の標準税率は 1.4%である。

均等返済額 B は

$$B\sum_{i=1}^{15} \frac{1}{(1+j)^{i}} = B\frac{1-(1+j)^{-15}}{j} = (-e)\sum_{i=-1}^{0} \frac{I_{i}}{(1+j)^{i}}$$
(13)

で表される。初期投資額の自己資本比率に当然比例して額が大きくなり、すべてが自己資本の場合 1121 万円となる。現金収入は表 1 に示すように粗収入から税金と均等返済額を引いて求めた額で内部循環する資金である。この結果累積した現金収入(万円)の T.F.N は(198, 3181, 5892)となった。以上は予測市場価格に幅を持たせて粗収入を計算した場合である。

次に 1 瓶 あたりの収量に先に示した幅(102, 160, 214)を持たせ、ファジイ回帰モデル $\hat{x}(R_p)$ における市場価格の最確値を適用して求めた現金収支状態も同時に考察した。このとき累積した粗収入(万円)は(2529, 23590, 43234)、累積した現金収入(万円)は(-14737, 3181, 12257)となった。この結果は図 5 に示した。

## 3. 現在価格

表 1 で得た施設・設備の減価償却期間中の供試きのこ工場における現金収入 Ci の値は、添え字に示すように現在から i 年後に得ることができる資金であるので、これを現在価格に値引きして考える必要がある。現金収入と値引き率j がクリスプな値をとる場合、n 年後における値引きされた累積した現金収入 n は次式により与えられる 15 00.

$$\Gamma_{n} = \sum_{i=0}^{n} \frac{C_{i}}{(1+i)^{i}}$$

$$(14)$$

しかし現金収入と値引き率がファジィ数で与えられ、現金収入を表すT.F.N.の カットによる下限と上限および中心値が n( )  $S_n($  ),  $M_n($  ) また値引き率のそれが $i_k($  )  $s_k($  ),  $m_k($  ) で与えられるとき、推定レベル における 15 年間にわたり値引きされた累積現金収入  $_{14}($  ) は

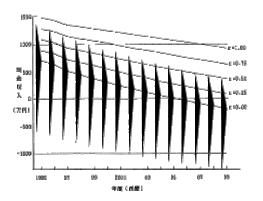


図 5 現金収入の推移と自己資本比率の関係(図中の T.F.N.は = 0 の場合) (1 瓶あたりの収量の幅による場合)

**Fig.4** Relation between transition of income and ratio of self-captal (In the case by width of yield per one bottle)

$$\Gamma_{14}(a) = \sum_{i=0}^{14} \frac{\left[I_{i}(a), S_{i}(a)\right]}{\left(1 + \left[i_{i}(a), S_{i}(a)\right]\right)^{i}}$$

$$= \sum_{i=0}^{14} \frac{\left[I_{i}(a), S_{i}(a)\right]}{\left(\left[1 + i_{i}(a), 1 + S_{i}(a)\right]\right)^{i}}$$

$$= \sum_{i=0}^{14} \left[\frac{I_{i}(a)}{\left(1 + S_{i}(a)\right)^{i}}, \frac{S_{i}(a)}{\left(1 + i_{i}(a)\right)^{i}}\right]$$
(15)

で表される。ここで値引き率としてT.F.N.(  $0.03,\,0.055,\,0.08$  ) を仮定すれば原価係数は表 2 で示される。このときの累積した現金収入は、表 1 の場合

$$\Gamma_{14}() = (510,856)(+) \left[ \frac{435 \times 100}{100 + 8 - 2.5}, \frac{785 \times 100}{100 + 3 + 2.5} \right]$$

$$\left[ + \left[ \frac{317 \times 100^{2}}{(100 + 8 - 2.5)^{2}}, \frac{669 \times 100^{2}}{(100 + 3 + 2.5)^{2}} \right] + \right] \dots$$

$$\left[ + \left[ \frac{(-395) \times 100^{14}}{(100 + 8 - 2.5)^{14}}, \frac{9 \times 100^{14}}{(100 + 3 + 2.5)^{14}} \right]$$

$$(16)$$

となり、 をパラメータとした区間データで表される。これを T.F.N.型の近似表現で置き換えると、

$$\Gamma_{14} = \sum_{i=0}^{14} \left[ \frac{(1+s(1))^{i}}{(1+s(1))^{i}}, \frac{M(1)}{(1+m(1))^{i}}, \frac{S(1)}{(1+s(1))^{i}} \right]$$
(17)

となる。

表2 原価係数 {1995年を初年度とする)

Table2 coefficient of present price						
年	原価係数{j 割引率)					
N	j = (0.03, 0.055,0.08)					
1	(1.000 , 1.000, 1.000 )					
2	(0.971, 0.948, 0.926)					
3	(0.943, 0.898, 0.857)					
4	(0.915, 0.852, 0.794)					
5	(0.888, 0.807, 0.735)					
6	(0.863, 0.765, 0.681)					
7	(0.837, 0.725, 0.630)					
8	(0.813, 0.687, 0.583)					
9	(0.789, 0.652, 0.540)					
10	(0.766, 0.618, 0.500)					
11	(0.744, 0.585, 0.463)					
12	(0.722, 0.555, 0.429)					
13	(0.701, 0.526, 0.397)					
14	(0.681, 0.499, 0.368)					
15	(0.661, 0.473, 0.340)					

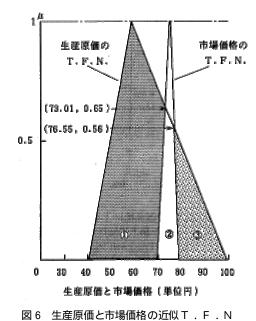


Fig.6 Approximate T.F.N. of necessary cost and market price (H. marmoreus)

## 経済性の判定と考察

#### . 販売価格法による意志決定

#### (1) 単年度による評価

販売価格法では、式 (11) から得られる生産原価 Y と式 (7) の予測市場価格  $\tilde{x}(R_p)$  とを比較 U  $\tilde{x}(R_p)$  (18)

## が成立すれば投資は可能と判断される。

数値例を挙げているきのこ工場について判定する。式 (7) で P=14 (1995 年)とすると予測市場価格は (69.9, 74.6, 78.9) となる。すでに第 1 報で報告したように、生産原価 Y は (40.1, 58.7, 99.5) である。この両者を代表通常数で比較すれば Y は 63.9 で  $\tilde{x}$   $(R_p)$  は 74.5 となり、式 (18) を満足するのでこの投資は可能と判定される。この両者の T . F , N 値で表されたファジィ数の関係を図 6 に示す。面積 は Y ?  $\tilde{x}$   $(R_p)$ 、面積 は Y =  $\tilde{x}$   $(R_p)$  そして面積 は Y ?  $\tilde{x}$   $(R_p)$  を満足する割合は 85.3% である。

## (2) 現金収支

単年度でなく減価償却期間全体の評価を考える。前節で述べたごとく粗収入は T.F.Nの 3 項対で表されるが、自己資本比率 = 0 のとき、1 瓶あたりの収量を最確値(160 g)にして市場価格の幅をもとに現金収入を計算したのが表 1 であり,図 4 に示した。また同様にして自己資本比率を変えて現金収入を求め、その最確値も図 4 に示した。一方、自己資本比率 = 0 のとき、各年の予測市場価格を最確値にして 1 瓶あたりの収量の幅で現金収入を計算して図 5 に示した。同様に自己資本比率を変えたときの現金収入の最確値も図 5 に示した。図 5 では図 4 にくらべその幅が広くなっていることから、1 瓶あたりの収量が重要であり、きのこの栽培技術が問題となると考えられる。

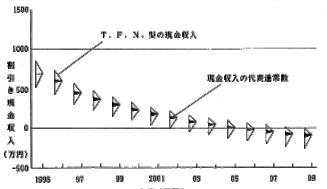


図 7 原価係数により現在価格に割引きされた現金収入と代表通常価格( =0のとき) (予測市場価格の幅による場合)

Fig.7 The cash incomes that are changed into present values by discount

Rato, and its representative ordinary number

(In the case by width of estimate market price)

### (3)現在価値による評価

前節の現在価格で述べたごとく、現金収入は将来得られる資金であるから現在価格に値引きし、評価し直す必要がある。値引率を(0.03, 0.055, 0.08)と仮定したときの現金収入の変化を図 7 と図 8 に示した。これの累積現金収入が前述のごとく $Q\bar{x}$  - ( +j(1 - ) +G) 0 の条件を満たせば、全期間にわたって販売価格法により投資は成り立つと判定できる。市場価格の幅をもとにした図 7 から、その累積現金収入(万円)を計算すれば(587, 2900, 4405)となり 3 項対のいずれも正である。よって =0 という一番厳しい経営的状態でも、1 瓶あたりの収量が 160gであれば経済的に成立するのがわかる。また 1 瓶あたりの収量の幅をもとにした図 8 では、累積現金収入(万円)は(844, 2900, 10514)となりいずれも正である。このときは収量に関係なく投資が成り立つ。以上により、粗収入の計算基準にいずれの幅をとっても、収量が 1 瓶あたり 160g以上であれば十分投資の対象となると考えられる。

#### 2. 利益率 (単純法)による意志決定

また 1 瓶あたりの収量幅を基準にした利益率では 1 年目が一番大きく(0.048, 0.191, 0.325), 一番小さい 15 年目は(-0.012, 0.098, 0.200)となる。この場合の代表通常数を求めると 0.189 と 0.096 となる。どの場合の利益率も、 T.F.N.で示す最確値および代表通常数が通常の最小許容利益率である 10% をほぼ満たすので投資は可能と考えられる 9)。

#### 摘要

栽培方法によって差が生じる植物生産環境システムに対し、ファジィ数を用いた販売価格法を

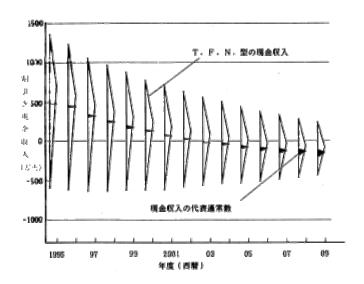


図 8 原価係数により現在価格に割引きされた現金収入と代表通常価格( =0のとき) (1瓶あたりの収量の幅による場合)

Fig.8 The cash incomes that are changed into present values by discount rato, and its representative ordinary number

(In the case by width of yield per one bottle)

適用した、すなわち、予測市場価格をファジィ回帰モデルとして求め、その見込み幅をモデルのメンバーシップ関数の値によって想定した。また1瓶あたりの収量は栽培技術の差により生ずる(下限値、最確値、上限値)からなるT.F.N型ファジィ数で表した。これらのファジィ数で表した市場価格と収量を販売価格法に適用し、投資の意志決定を行うことを提案した。

まず、過去におけるきのこ (ブナシメジ) 100g あたりの市場価格を用いて、予測される市場価格を以下に示すファジィ回帰モデルとして求めた。

 $\tilde{x}(R_p)$  =  $(130.72, 4.7189/(1-h))_L$  -  $(21.250, 0.0000)_L$  n( $R_p$  - 1981) (7) この予測式から 1995 年度すなわち単年度での 100g あたりの市場価格(円)を求めると $\tilde{x}(R_p)$ 、は(69.9, 74.6, 78.9)となる。一方 100g あたりの生産原価(円)は(40.1, 58.7, 99.5)である。両者の代表通常数の比較からこのシステムにおける投資は成り立つ。この 2 つの T . F . N . を図 6 に示す。この結果から、生産原価が市場価格を下回る確立は 75.5%、同じ確立は 9.8%となった。

次に単年度でなく投資期間全体にわたって検討した。ここでは経営状態が一番厳しくなる初期 投資額の全額が他人資本である場合を例にとり、1995年以後15年間の市場価格を式(7)から求 め、15年間の粗収入を算出して現金収支表を作成した(表1)。さらにファジィ数で現金収 入を次の式(15)を用いて現在価格に直して評価した。

$$\Gamma_{n}() = \sum_{i=0}^{n} \left[ \frac{i()}{(1 + s_{i}())^{i}}, \frac{S_{i}()}{(1 + i_{i}())^{i}} \right]$$
 (15)

現金収入は、式 (11) を式 (18) に代入して得られたし式  $P = Q\tilde{X} - [ +j ( - ) +G] 0$  の左辺から均等返済額を控除した額である。したがって販売価格法から P = 0 であるときに投資は成立する。 P から均等返済額を控除して求めた累積現金収入は、収量が 1 瓶あたり 160 g 以上であれば投資の対象となることを示す。

市場価格の変動を予測することは難しく、クリスプな解析では適正な収益の予測が困難だった。ファジィ解析法によれば、収益が過大あるいは過小な評価を受けることのないある程度の幅を持って予測できるので適正な収益を予測することができる。ここでは予測市場価格の見込み幅には一番広い状態を想定して将来にわたる投資の可否を検討したが、ファジィ回帰モデルのメンバーシップ関数の値を自由に設定することで、幅広く経営状態を判断することが可能である。

本報ではファジィ数を用いた予測市場価格と 1 瓶あたりの収量を用いて経営を分析したので、 従来行われてきたクリスプな値を用いた個別的な経営分析ではなく、一般的な解析ができるよう になった。

## 参考文献

- 1) きのこ年鑑編集部、きのこ年鑑:農村文化社、p.278~279 (1993)
- 2) 毛利健太郎: 食品流通・工業分野へのファジィ応用のすべて、月刊食品流通技術,20(10):10~15(1991)
- 3) 新穂浩一・巣山昭文他:ファジィ制御による高度な自動化技術に関する研究、ファジイコンピュータ利用による農産物の最適選別装置の開発(中小企業庁S),p,1~18(1991)
- 4) 黒沢正明・中西洋八郎:画像処理による農畜産物の判別、日本ファジィ学会誌、6(1):42~48(1994)
- 5) 朝倉俊行・上田 篤・日詰 誠:農産物の画像認識へのファジィ理論の応用、日本機械学会論文集、59(565): 2739~2744(1993)
- 6) 小中俊雄:ファジィ機械化計画エキスパートシステム、ファジイ機械化計画エキスパートシステム。平成3-5年度科学研究費補助金(試験研究(B))研究成果報告書、p.1~171(1994)
- 7) 野口良造・小中俊雄他:ファジィデータを用いた農業機械の経済寿命の評価、農業機械学会誌、57(6):77~ 86(1995)
- 8) Mueller B: Verfahren zum Einsatz von OR-Modellen bei der Loesung, Kiel Milchwirtsch Forschungsber, 46(1):33~64(1994)
- 9) 小松昭英・堀 義明:設備投資とプロセスの経済性評価、化学工学、50(11):779~785(1986)
- 10) 千住鎮雄・伏見多見雄・藤田精一・山口俊和:経済性分析、日本規格協会、P.137、P.47~68(1994)
- 11) 千住鎮雄・伏見多見雄:経済性工学の基礎、日本能率協会、p.15~35、p.75~105(1995)
- 12) 千住鎮雄・伏見多見雄:経済性工学の応用、日本能率協会、p.86~112(1993)
- 13) 坂和正敏:経営数理システムの基礎<線形計画法に基づく意志決定>、森北出版、p.1~68(1993)
- 14) 浅居喜代治・田中英夫、講座ファジィ 6 ファジィ OR, 日刊工業新聞社、 p.141~185 (1993)
- 15) Arnold Kaufmann, Madan M. Gupta, 田中英夫と松岡 浩訳:ファジィ数学モデル、オーム社、p.145~175、p.239~247 (1992)
- 16) 中島信之・竹田英二・石井博昭:ファジィ理論入門、裳華房、 p.1~9(1994)
- 17) 松山正彦・寺澤 泰・澤田康彦・堀部和雄:ファジィ数を用いた植物生産環境システムの経済性分析(第1報) - きのこ工場の設備投資と費用計算-、日本植物工場学会誌、8(2):19~28(1996)
- 18) 井上貴司:7年版くらしの税金知識、新日本法規 p.415~480(1995)
- 19) 北条恒一:税金ハンドブック,PHP 研究所、 p.122~129(1995)
- 20)藤原 隆:日本の税制、財経詳報社p.100(1993)