

ファジィ輸送モデルにおける仮想需要地のメンバシップ関数

笠原浩三*・仙北谷康*・宋 鎮祐**

平成9年6月27日

*鳥取大学農学部農林総合科学科情報科学, **鳥取大学外国人特別研究員

Membership Function of the Dummy Demand Region in the Fuzzy Transportation Model

Kozo Kasahara*, Yasushi Sembokuya*, Jinwoo Song**

**Department of Agricultural Information Science, Faculty of Agriculture, Tottori University, Tottori 680, Japan*

***The Foreign Fellowship, Faculty of Agriculture, Tottori University*

In this paper we attempt to show the setting method of the fuzzy membership function of the dummy demand region in the fuzzy transportation model.

A general linear transportation model is a very special formual model, that is, the simplex table is made of only 1 or 0 coefficients. Therefore, a caliculated optimal solution does not include errores in the least. Also, the fuzzy linear programming is a very useful mathematical method, because it can handle a fuzzy restriction for the demand quantity or a supply quantity. So, the fuzzy transportation model has both properties of the transportation model and the fuzzy linear programming model. But if the total demand quantity is not equal to the total supply quantity, we must set into the model the dummy region. We tried to setttle a linear membership function into the dummy demand region. We could get a useful solution for the linear membership function of the dummy demand region by an appropriate membership function.

(Received 27 Jun 1997)

Key words : fuzzy transportation model, fuzzy linear programming, dummy demand region, linear membership function

課 題

線形計画法(linear programming method)は個別農業経営計画, 地域計画をはじめ, ゲームの理論(game theory), 輸送問題(transportation problem)などにおいて多くの有用性を発揮してきた。その精緻な計算アルゴリズムは理

論的に優れていると同時に実践的にも説得力のあるものである。

しかしながら, 一般に線形計画法においては, 技術係数, 制約条件, 利益係数など係数値に関しては, 具体的に経営実態調査などにより事前に確定しておくことが必要である。それらの係数値の与え方如何によって最適解

$$\begin{aligned} cx \leq z & \dots\dots\dots(8) \\ Ax \leq b & \dots\dots\dots(9) \\ x \geq 0 & \dots\dots\dots(10) \end{aligned}$$

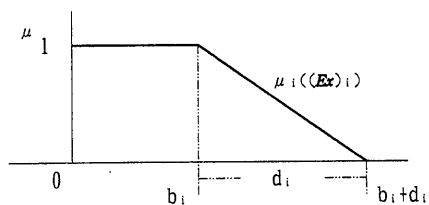
ここで「 \leq 」なる記号はファジィ記号を表しており、例えば「 $x \leq b$ 」は「 x はだいたい b 以下」ということを意味するものである。したがって、(8)式は目的 cx をだいたい z 以下にしたい」というファジィ目標と、(9)式は「制約 Ax をだいたい b 以下にしたい」というファジィ制約を示すものである。さらにファジィ目標とファジィ制約は決定に対して同じ役割を果たすと考えて、これらをまとめて次のように表す。

$$\begin{cases} Ex \leq b \\ x \geq 0 \end{cases} \quad E = \begin{bmatrix} c \\ A \end{bmatrix} \quad b = \begin{bmatrix} z \\ b \end{bmatrix} \quad \dots\dots(11)$$

ここで、ファジィ不等式 $Ex \leq b'$ の i 番目の $(Ex)_i \leq b'_i$ に対して、次のようにメンバシップ関数(linear membership function)を想定して意志決定者のあいまい性を表すものとする。

$$\mu_i((Ex)_i) = \begin{cases} 1 & ; (Ex)_i \leq b'_i \\ 1 - \frac{(Ex)_i - b'_i}{d_i} & ; b'_i \leq (Ex)_i \leq b'_i + d_i \\ 0 & ; (Ex)_i \geq b'_i + d_i \end{cases} \quad \dots\dots(12)$$

このようなメンバシップ関数を図示すると第1図のようになる



第1図 線形メンバシップ関数

すなわち、不等式 $(Ex)_i$ が b'_i 以下であれば1で、 $b'_i + d_i$ 以上であれば0、それ以外が $1 - ((Ex)_i - b'_i) / d_i$ となるものである。

ここで、BellmanとZadehのファジィ決定に対する最大化決定を採用すれば、与えられたファジィ線形計画問題は、

$$\mu_a(x^*) = \max_x \min_i \{ \mu_i(Ex)_i \} \quad \dots\dots(13)$$

を満たす x^* を求める問題となる[1]。すなわち最小のメ

ンバシップ関数値を最大にするような $x^* \geq 0$ を求める問題として表現することができる。

さらに、 $b'_i = b'_i / d_i$ 、 $(E'x) = (Ex)_i / d_i$ とおけば(13)式は、

$$\mu_a(x^*) = \max_x \min_i \{ 1 + b'_i - (E'x)_i \} \quad \dots\dots(14)$$

となり、この問題は結局次のような通常の線形計画問題に変換することができる。

$$\text{maximize } \lambda \quad \dots\dots(15)$$

$$\text{subject to } \lambda \leq 1 + b'_i - (E'x)_i \quad \dots\dots(16)$$

$$x \geq 0 \quad \dots\dots(17)$$

本稿で利用するファジィ輸送モデルはこのように通常の線形計画法に変換されたモデルを用いて最適解を得ることとする。

モデル数値による計算例

1) 基本モデルの数値例解

ここでは具体的に数値例解を得るために、輸送モデル用の基本数値例を第1表、第2表のように設定する[4]。

第1表 需給地における需要量、及び供給量

	需要地1	需要地2	需要地3	需要地4	総供給量
供給地A	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	150
供給地B	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	120
供給地C	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	120
総需要量	100	120	80	90	390

第2表 需要供給地間の単位当たり輸送費

	需要地1	需要地2	需要地3	需要地4
供給地A	2	3	4	5
供給地B	3	4	2	1
供給地C	5	4	3	2

以上の基礎データを使用して通常の線形計画法による輸送計画を求めてみる。先の(1)式~(4)式に第1表、第2表の数値例を適用すると以下ようになる。

$$\text{minimize } Z = 2 \cdot X_{11} + 3 \cdot X_{12} + \dots + 2 \cdot X_{34}$$

$$\text{subject to } \begin{aligned} X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} & \leq 150 \\ X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} & \leq 120 \\ X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} & \leq 120 \end{aligned}$$

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} \geq 100$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} \geq 120$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} \geq 80$$

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} \geq 90$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad (i=1, 2, 3, \quad j=1, 2, 3, 4)$$

その結果シンプレックス基準による最終解は第3表のように求められる。

これによると地域間輸送量は、 $X_{A1}=100$ 、 $X_{A2}=50$ 、 $X_{B3}=30$ 、 $X_{B4}=90$ 、 $X_{C2}=70$ 、 $X_{C3}=50$ 、となり、その時の総輸送費は930単位となる。

第3表 線形計画法による最適解

	需要地1	需要地2	需要地3	需要地4	総供給量
供給地A	100	50	0	0	150
供給地B	0	0	30	90	120
供給地C	0	70	50	0	120
総需要量	100	120	80	90	390

注) 最適解の総輸送費は930である。

2) 過剰供給に対応した仮想需要地の設定

基本数値例では総供給量 $\sum S_i$ と総需要量 $\sum D_i$ が等しく、過剰供給も過剰需要も存在しないことを想定した形になっているが、実際問題では需給量が均衡することは希で通常は過剰供給または過剰需要が生じるのが一般的である。ここでは総供給量に S_0 なる過剰供給が生じているものとする。すなわち需給均衡は次のようになる。

$$\sum S_i + S_0 = \sum D_i \quad \dots\dots(18)$$

さらにこの過剰供給量は新たに仮の需要地 D_0 を想定して過剰供給量は全てこの仮の需要地 D_0 によって消費され最終的に需給均衡が図られるものとする。この仮の需要地をここでは仮想需要地(dummy demand region)とする。また、この仮想需要地と各供給地間の輸送費用は分析目的に応じて自由に設定することができる。通常は①政策的に輸送配分計画から除外して優先的に他の目的に振り向ける計画があるような場合には輸送費を0と設定した上でモデルに組み込むことができる。②地域内需要と競争の上、地域外への移出量として取り扱う場合には地域内のどの輸送費よりも大きな値としてモデルに組み込むことができる。

ここでは先の基本数値例に対して、供給地Aからの供給量を50単位増量させ200単位として、仮想需要地間の輸送費については上記の②を想定して線形計画法による均衡解を求めると第4表ようになる。

これによると、地域間輸送量は、 $X_{A1}=100$ 、 $X_{A2}=100$ 、 $X_{B3}=30$ 、 $X_{B4}=90$ 、 $X_{C2}=20$ 、 $X_{C3}=50$ 、 $X_{C0}=50$ となり、その時の輸送費は、実需要地内総輸送費が880単位、仮想需要地への輸送費が375単位で総輸送費は1255単位となる。先の第3表と比較して供給地Aで増量になった50単位の供給増加分はそのままそっくり需要地2に輸送され、その

分が供給地Cから仮想需要地に回されることとなる。それは供給地Cから需要地2に輸送するよりも、供給地Aから需要地2に輸送することの方が輸送費が安くなるからに他ならない。結局仮想需要地への輸送費を除けば実需要地内の総輸送費は930単位から880単位に減少したことになる。

第4表 仮想需要地設定後の最適解

	需要1	需要2	需要3	需要4	仮需要	総供給量
供給地A	100	100	0	0	0	200
供給地B	0	0	30	90	0	120
供給地C	0	20	50	0	50	120
総需要量	100	120	80	90	50	440

注) 総輸送費は1255であるが、このうち実需要地内輸送費が880であり、移出に伴う輸送費が375である。

3) ファジィ輸送モデルによる数値例及び最適解

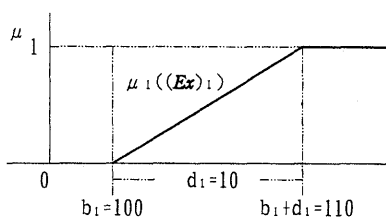
さて、これまでの最適解は2例とも通常の線形計画法によって算定したものである。すなわち需要量及び供給量は予め確定した数量で増量も減量も許されない制約条件の下で導かれたものである。しかしながら現実的には需要量が一切増減を許さない形で制約されているわけではない。そこには一定の許容幅が認められる。

ここでは需要量、供給量にメンバシップ関数を導入することによって一定の許容範囲を与えその条件下で需給均衡を図ることとする。

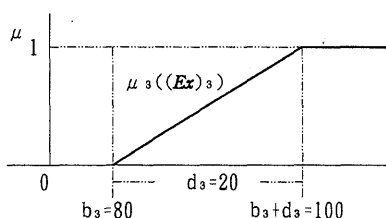
①需要量に関するメンバシップ関数の制約

輸送問題では各需要地における需要量は、いわば必要最小限の限界制限量であり、この必要量を下回ることができないこととして絶対的な条件としてモデルに組み込まれる。しかし現実的には、必要最小限の需要量であることから多少多めに供給を受けた場合には、限界の供給水準からやや解放されゆとりが生じて、満足度は増加する。このような供給される制限量に対して一定のファジィ制約をメンバシップ関数の形でモデルに設定できる。

より具体的には需要量については、需要地1及び需要地3の最小限必要量を、それぞれできれば100単位、80単位とするが、各10単位、20単位の幅を許容範囲として認めることとする。すなわち、第2図は需要地1では、110単位以上供給を受ければ100%の満足度を感じるが、100単位以下であれば満足度0で許されない解の範囲となる。最適輸送供給量は100以上、110単位以下の領域を許容範囲とするものである。同様に第3図は需要地3における供給を受ける量の許容範囲を表すものである。すなわち需要地3においては80単位以上、100単位以下の供給量を許容範囲とするものである。



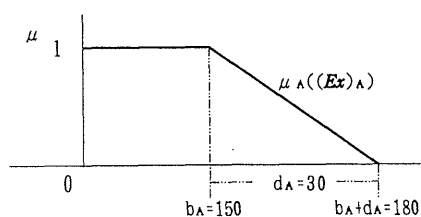
第2図 需要地1の線形メンバシップ関数



第3図 需要地3の線形メンバシップ関数

②供給量に関するメンバシップ関数の制約

同じく供給量については、最大可能供給量を示すものであるが、意志決定主体によって供給量を多少増減可能なものとして、その増減可能幅をメンバシップ関数によって設定することができる。いま、供給地Aの最大供給可能量をできれば150単位とするが、色々な生産状況から30単位の許容範囲を認め、最大供給可能量を180単位までとするファジィ制約を導入する。



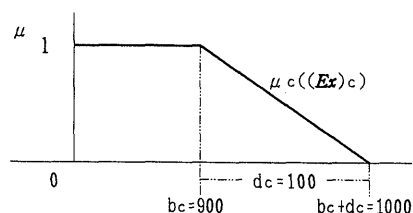
第4図 供給地Aの線形メンバシップ関数

すなわち、第4図のように供給量が150単位以下ならば満足度は100%で、供給量が180単位まで増加すると満足度は0%となり、それを超える供給量は供給不可能となり許されない。最適解は満足度が1と0の範囲内で決定されることとなる。

③総輸送費に関するメンバシップ関数の制約

総輸送費については第5図に示すように、できれば900単位以下とするが、100単位の許容幅を設けて合計1000単位までなら許されるものとする。総輸送費が増加すれ

ば満足度は低下するが、需要地の限界需要量を若干増加させることによって需要地にゆとりが生じ、満足度が増加するのであれば輸送費のある程度の増加は許されることとなる。



第5図 総輸送費の線形メンバシップ関数

④ファジィ輸送モデルの最適解

上記の第2図～第5図までのように需要地1,3の需要量、及び供給地Aの供給量、さらに総輸送費に一定の許容範囲を設定して、(15)式から(17)式により通常の線形計画法に変換されたファジィ線形計画法に基づいて最適解を求めると第5表のように整理される。

第5表によると何れも設定したメンバシップ関数の許容範囲に収まっていることが確認される。すなわち、供給地Aからの総供給量は163.13となり、第4図の $s_A \leq 180$ の制約を満足している。また需要地1では104.38の供給を受けるが、これも第2図における $d_1 \geq 100$ の条件を満たしており、100%の満足には至らないまでも限界量100よりやや多い104.38の供給を受ける形となっている。さらに需要地3においては88.75単位増の供給を受け、満足度は増加する形になっている。しかし反面、総輸送費は930から956.25単位へと増加している。このことは第5図に示したように可能ならば900単位以下の輸送費に抑えたいが、ある程度の費用増を負担してでも需要地の満足度がそれを償う形であれば輸送量を増加させることを表すもので、最適解はそのバランス状態を示すものである。

このようにファジィ輸送モデルでは、供給制限量及び必要需要量に関して満足度に関する一定の許容範囲を導

第5表 ファジィ輸送モデルによる最適解

	需要地1	需要地2	需要地3	需要地4	総需要量
供給地A	104.38	58.75	0.0	0.0	163.13
供給地B	0.0	0.0	88.75	31.25	120.0
供給地C	0.0	61.25	0.0	58.75	120.0
総需要量	104.38	120.0	88.75	90.0	403.1

注) 最適解の時の λ は0.4372であり、総輸送費は956.25である。

入して、輸送費の増加と需給条件の満足度との兼ね合いで最適解が確定することとなる。すなわち、ファジィ輸送モデルでは供給制限量及び必要需要量を固定した制限量として考えるのではなく、緩やかな融通性のある制限として想定するところに特徴があることになる。

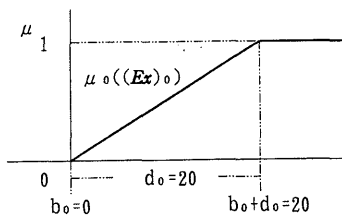
4) 仮想需要地設定に伴うファジィ輸送モデルの最適解

仮想輸送費に対するメンバシップ関数の設定に当たっては仮想需要地への輸送に絡んで仮想需要地と各供給地間の単位当たり輸送費が影響を与えることとなる。ここではダミー需要地間の単位当たり輸送費用と地域内最大輸送費との比率を θ として、これを次のように1.5に設定することとする。

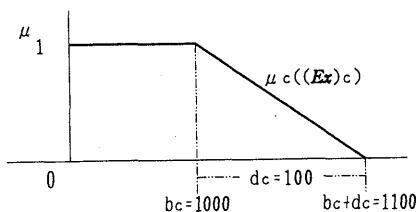
ダミー需要地と各供給地間の輸送費比率 $\theta=1.5$

さらに第2図、第3図で設定した必要需要量の許容量の総計と第4図で設定した供給量の許容量、及び地域外への移出量とが均衡することが望ましいことから次の条件を設定する。すなわち、 $d_1+d_3+d_0=d_A$ となり、仮想需要地の需要量は $d_0=d_A-d_1-d_3=20$ となる。さらに仮想需要地に対するメンバシップ関数は第6図のように最大20単位までを許容範囲として設定することとする。

さらに、総輸送費については最大110単位までを許容範囲として設定する。この場合総輸送費は地域内実需要に対する輸送費と仮想需要地への輸送費を合計したものと設定することとなる。かくして仮想需要地を導入したファジィ輸送モデルの解は第6表のように得られる。



第6図 仮想需要地のメンバシップ関数



第7図 総輸送費の線形メンバシップ関数

すなわちこれによると、地域間輸送量は、 $X_{A1}=105.86$, $X_{A2}=73.45$, $X_{B3}=91.72$, $X_{B4}=28.28$, $X_{C2}=46.55$, $X_{C4}=61.72$, そして仮想地への輸送量は $X_{C0}=11.72$, となり、その時の総輸送費は地域内実需要輸送費が953.44, 仮想需要地への移出に伴う輸送費が97.93単位で、総計1041.37単位となる。満足度関数 λ は0.5862となる。

表6表 仮想需要地設定後のファジィモデル最適解

	需要1	需要2	需要3	需要4	仮需要	総供給量
供給地A	105.86	73.45	0.0	0.0	0.0	179.31
供給地B	0.0	0.0	91.72	28.28	0.0	120.0
供給地C	0.0	46.55	0.0	61.72	11.72	120.0
総需要量	105.86	120.0	91.72	90.0	11.72	419.31

注1) 最適解の時の λ は 0.5862である。

2) 総輸送費は1041.37である。このうち実需要地内輸送費が953.44であり、移出に伴う輸送費が97.93である。

仮想需要地間の輸送費用の変化による最適解の影響

1) 仮想需要地と供給地間の輸送費比率の影響

さて、先のダミー需要地の設定ではダミー需要地と仮想需要地間の輸送費比率 θ の値を仮に1.5に設定の上最適解を算出したものであった。仮想需要地間の輸送費が大きくなれば、それに伴って輸送量も減少することとなる。ここでは θ を変化させ、それに伴う最適解への影響を考察することとする。

θ を0.1刻みで変化させた場合の各最適解を整理すると第7表～第10表である。これによると、 θ の増加に伴って仮想需要地への輸送量が減少すると同時に各需給地間の輸送量も全般的に減少する。またメンバシップ関数の値は減少するがその減少率は遅減的であり、一定値に収束する傾向を示す。これらのことは第8図によって明確に確認することができる。

しかし、仮想需要地間の輸送費がある一定値を超えると相対的な単位当たり輸送費が変化し、最適輸送ルートに変化が現れる。すなわち、第9表と第10表からそれまで不採用ルートであった X_{33} が X_{34} ルートに代わって採用されていることが確認できる。

すなわち、 $\theta=1.9$, $\lambda=0.515$ の時の最適解は;

$$X_{11}=105.15, X_{12}=70.61, X_{23}=90.30, X_{24}=29.70, X_{32}=49.39, X_{34}=60.30, X_{30}=10.30, \text{であり,}$$

これに対して、 $\theta=2.0$, $\lambda=0.50$ の時の最適解は;

$$X_{11}=105.00, X_{12}=70.00, X_{23}=30.00, X_{24}=90.00, X_{32}=50.00, X_{33}=60.00, X_{30}=10.30$$

となる。とくに θ の値が僅かに1.9から0.1ポイント増加

することによって、 X_{34} ルートに代わって新たに X_{33} が採用されることとなる。

第7表 θ の変化に対応する需要量の最適解

θ	λ	需要1	需要2	需要3	需要4	仮需要
1.0	.708	107.08	120.0	94.17	90.0	14.17
1.1	.680	106.80	120.0	93.62	90.0	13.62
1.2	.653	106.54	120.0	93.08	90.0	13.08
1.3	.629	106.30	120.0	92.59	90.0	12.59
1.4	.607	106.07	120.0	92.14	90.0	12.14
1.5	.586	105.86	120.0	91.72	90.0	11.72
1.6	.564	105.65	120.0	91.30	90.0	11.30
1.7	.548	105.48	120.0	90.97	90.0	10.97
1.8	.529	105.30	120.0	90.59	90.0	10.59
1.9	.515	105.15	120.0	90.30	90.0	10.30
2.0	.500	105.00	120.0	90.00	90.0	10.00

第8表 θ の変化に対応する供給量の最適解

θ	λ	供給A	供給B	供給C	総供給
1.0	.708	185.42	120.0	120.0	425.42
1.1	.680	184.05	120.0	120.0	424.05
1.2	.653	182.69	120.0	120.0	422.69
1.3	.629	181.48	120.0	120.0	421.48
1.4	.607	180.36	120.0	120.0	420.36
1.5	.586	179.31	120.0	120.0	419.31
1.6	.564	178.24	120.0	120.0	418.24
1.7	.548	177.42	120.0	120.0	417.42
1.8	.529	176.48	120.0	120.0	416.48
1.9	.515	175.76	120.0	120.0	415.76
2.0	.500	175.00	120.0	120.0	415.00

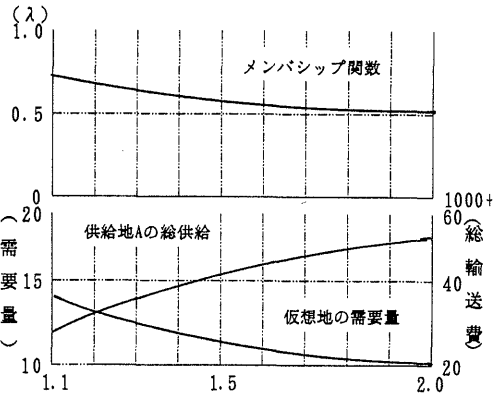
第9表 θ の変化に対応する輸送量 X_{ij} の最適解(1)

θ	λ	X_{11}	X_{12}	X_{23}	X_{24}
1.0	.708	107.08	78.33	94.17	25.83
1.1	.680	106.80	77.22	93.62	26.35
1.2	.653	106.54	76.15	93.08	26.92
1.3	.629	106.30	75.19	92.59	27.41
1.4	.607	106.07	74.29	92.14	27.86
1.5	.586	105.86	73.45	91.72	28.28
1.6	.564	105.65	72.59	91.30	28.70
1.7	.548	105.48	71.94	90.94	29.05
1.8	.529	105.30	71.18	90.59	29.41
1.9	.515	105.15	70.61	90.30	29.70
2.0	.500	105.00	70.00	90.00	90.00

第10表 θ の変化に対応する輸送量 X_{ij} の最適解(2)

θ	λ	X_{32}	X_{34}	X_{30}	総輸送費
1.0	.708	41.67	64.17	14.17	1029.16
1.1	.680	42.76	63.62	13.62	1031.18
1.2	.653	43.85	63.08	13.08	1034.61
1.3	.629	44.81	62.59	12.59	1037.03
1.4	.607	45.71	62.14	12.14	1039.28
1.5	.586	46.55	61.72	11.72	1041.37
1.6	.564	47.41	61.30	11.30	1043.52
1.7	.548	48.06	60.97	10.97	1045.16
1.8	.529	48.82	60.59	10.59	1047.04
1.9	.515	49.39	60.30	10.30	1048.48
2.0	.500	50.00	60.00*	10.00	1050.00

注) *は X_{33} の値である。



第8図 仮想需要地間の輸送費係数 θ に対応する最適解の需給量

2) 仮想需要地のメンバシップ関数による影響

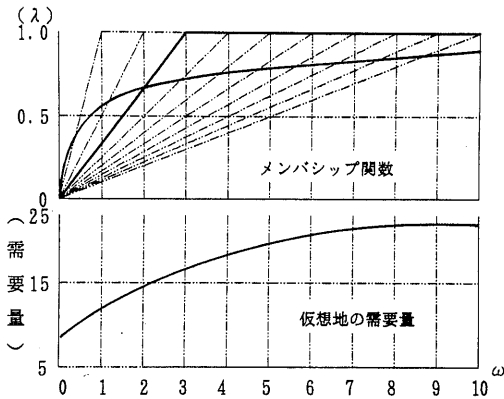
ここではさらにダミー需要地のメンバシップ関数の設定に伴う最適解への影響を考察することとする。

一般にダミー需要地に設定されるメンバシップ関数のファジィ幅 ω を広くすると、メンバシップ関数の勾配は緩やかになり制約力は弱まる。その結果、仮想需要地への輸送量は増加し、それに伴って各供給地からの供給量も増加することとなる。しかし、各供給地間の輸送活動は活発化するが、一方では総輸送費が増加することとなり、その結果、総輸送費の増加と、各供給地のメンバシップ関数の満足度が均衡して最終的な最適輸送配分が確定する。かくして計画全体の満足度も上昇し、 λ の値はやや上昇することとなる。

ダミー需要地に設定されるメンバシップ関数のファジィ幅 ω を変化させ、それに伴う各最適解を整理したものが第11表であり、これを図示すると第10図のようになる。これによると、 ω の値の増加によって総輸送費も増加するが、仮想需要地への輸送量の増加を始め、計画全体の総輸送量が増加し、メンバシップ関数 λ の値も上昇する形になっていることを確認することができる。

第11表 ω の変化に対応する需要量の最適解

ω	θ	λ	仮需要量	総輸送量	総輸送費
0.2	1.5	0.400	8.57	411.43	1011.43
0.3	1.5	0.454	9.09	412.73	1016.36
0.5	1.5	0.500	10.00	415.00	1025.00
1.0	1.5	0.586	11.72	419.31	1041.38
1.5	1.5	0.647	12.94	422.35	1052.94
2.0	1.5	0.692	13.85	424.62	1061.54
2.5	1.5	0.727	14.44	426.36	1068.18
3.0	1.5	0.755	15.10	427.76	1073.47
4.0	1.5	0.796	15.93	429.83	1081.36
5.0	1.5	0.826	16.52	431.30	1086.96
7.0	1.5	0.865	17.30	433.26	1094.38
9.0	1.5	0.889	17.80	434.50	1099.08
10.0	1.5	0.899	17.98	434.96	1100.84

第9図 総費用 ω に対応する最適解の需要量

まとめ

①輸送問題を線形計画法でモデル化した場合の単体表は、最大供給可能量及び必要需要量の制約制限値、そして需給地間の輸送コストを除いて外はすべては1または0の係数をもつ特殊な形となる。すなわちシンプレックス表の実働方式は推計誤差の全く含まれない1または0の係数のみで構成される。したがって、ファジィ特有の一定の許容幅をもたせたメンバシップ関数の設定は極めて効果的で、計算誤差の少ない計画値を得ることができるとなる。

②また輸送モデルでは、需給量が一致しない場合には仮想需要地、仮想供給地を導入して需給均衡を図ることができるが、このことはファジィ輸送モデルにおいても同様に可能である。しかしながらファジィ輸送モデルにおいては、既存の需給地と新たに追加した仮想需給地間の輸送コストの大きさが輸送計画全体に影響する。

この問題に関しては適宜仮想需給地間の輸送コストを特定化することによって通常ファジィ輸送問題として扱うことができる。

③また、ダミー需要地と供給地間の輸送費比率 θ を変化させ、それに対応する最適解の変化を吟味した。その

結果、 θ が大きくなるにつれメンバシップ関数の λ の値は一定値に収束する傾向を示すが、それに伴って、仮想需要地の需要量及び供給量も全般的に減少することとなる。

④さらに、ダミー需要地を設定した場合総輸送費のメンバシップ関数の設定幅 ω を変化させ、それに対応する最適解の変化を検討した。その結果、 ω の拡大に伴って仮想需要地の需要量が増加し、メンバシップ関数 λ も一定値に収束する傾向を示す。

θ 、 ω を適宜適正な値に設定することによって仮想需要地の導入によるファジィ輸送モデルの一層効果的な適用が可能になるう。

文 献

- 1) Bellman R. E. and Zadeh L. A. : Decision Making in a Fuzzy Environment. Management Sci., 17 141-164 (1970)
- 2) 笠原浩三, 宋鎮祐, 小林一, 仙北谷康: ファジィ輸送モデルにおけるメンバシップ関数の設定効果. 『農業経済研究』別冊, 1997年度日本農業経済学会論文集(印刷中) 1997.
- 3) 笠原浩三, 宋鎮祐, 仙北谷康: ファジィゲーム多元利得表によるトマト複合部門の出荷計画. 『農林業問題研究』別冊, 地域農林経済学会大会報告論文集 5 115-120 (1997)
- 4) 工藤, 西村, 高山, 久保共著: 近代農業経済学. 東京明文堂, 東京 (1963) pp. 332-348
- 5) 坂和正敏: ファジィ理論の基礎と応用. 森北出版, 東京 (1990) pp. 110-114
- 6) 宋鎮祐・笠原浩三・金山紀久: 畑肉複合経営における可能性分布をもつファジィ線形計画分析. 日本ファジィ学会, 8(6) 142-150 (1996)
- 7) Zimmermann H. -J. : Description and Optimization of Fuzzy Systems. Int. Journal of General Systems, 2 209-215 (1976)