

II-484

ファジイ理論を用いた最終処分場の評価手法に関する一考察

東京都立大学工学部 正員 小泉 明
 東京都立大学工学部 正員 稲員 とよの
 東京都立大学工学部 学生員 ○藤田 哲弥
 大阪府立大学工学部 正員 古市 徹

1. はじめに

人間活動に伴い排出される廃棄物は、いかなる中間処理をするにせよ、最終的には埋立処分せざるをえない。しかし、近年の都市廃棄物の急増に伴い、将来的な最終処分場の確保が危ぶまれている。

現在、最終処分場の建設や管理にあたって、各地域において様々な問題が生じている。このため、最終処分場を計画立案する際には、総合的に十分な検討をする必要がある。検討する際の評価項目は、将来の不確実性や測定される数値の不確実性を伴うものである。このため、本稿ではこれらの不確実性をファジイ理論の考えを用いて表現し、計画代替案を評価することを考える。

2. 最終処分場に関する構造図の作成

まず、最終処分場を評価するに際して重要であると思われる様々な事象を抽出し¹⁾、ISM (Interpretive Structural Modeling) 手法を援用して、それらの事象により構成される構造図を作成する（図1）。この構造図をもとに、最終処分場の総合評価を行う。

3. 分析プロセス

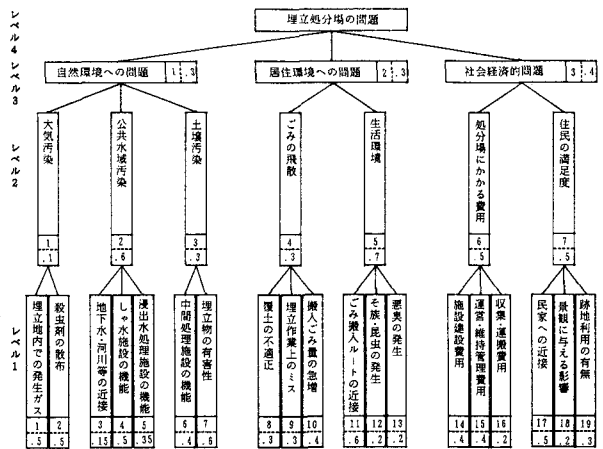
まず、構造図の最下端（レベル1）の基本事象に対して数人の専門家が10段階（10：最良）に得点付けを行う。そして、そのばらつきを考慮して、得点は図2のように台形の形にファジイ化し、これを0～1に正規化したものを基本事象に対する評価値 $L_1(i, h, x)$ とする（図3）。次に、この $L_1(i, h, x)$ を用いてレベル2, 3, 4の事象 h に対する評価値 $L_n(i, h, x)$ をつぎのような式で順次計算していく²⁾。ここで h は0～1の値で各評価値に対する信頼度を表し、信頼レベルとよぶ。 $L_n(i, h, x)$ は h が1に近ければ近いほどばらつきは小さく、信頼度の高いものとなる。

$$L_1(i, h, x) = 0.1 * P(i, h, x) \quad (\text{レベル1}) \dots\dots\dots (1)$$

$$L_n(i, h, x) = \sum_{j=A(n,i)}^{B(n,i)} W_{ij} * L_{n-1}(j, h, x) \quad (n \geq 2) \dots\dots (2)$$

$$\sum_{j=A(n,i)}^{B(n,i)} W_{ij} = 1 \dots\dots\dots (3)$$

$P(i, h, x)$: レベル1の i 番目の基本事象に対する、代替案 x の得点をファジイ化したもの。
 $L_n(i, h, x)$: レベル n の i 番目の事象に対する、代替案 x の信頼レベル h における評価値。
 $A(n, i), B(n, i)$: それぞれレベル n の i 番目の事象の下に位置するレベル $n-1$ の事象の始まりと終わりの番号 j 。



注) 図中の数字のうち、左側および上段は各レベルごとの事象番号、右側および下段はウェイトを表す。

図1 構造図と事象のウェイト

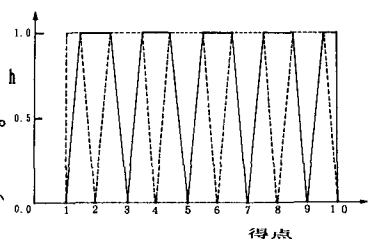


図2 得点のファジイ化

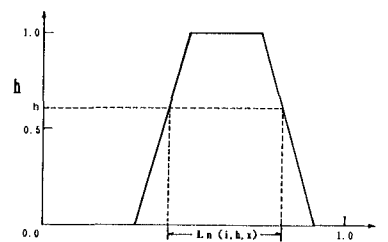


図3 評価値 $L_n(i, h, x)$

この $L_n(i, h, x)$ は $0 \sim 1$ の値をとり、1 に近ければ近い程望ましい。ここで用いるウエイト W_{ij} に関しては、数人の専門家に対してアンケート調査を行い決定する（図1）。このようにして最終レベルまで至ったならば、レベル3の事象に対する計算結果から $h=0.5$ のときの $L_3(i, 0.5, x)$ を算出し、三角すいの形をした総合評価図を作成して、各代替案の評価を行う。この総合評価図において、各代替案に対する三角すい台は小さく、頂点に近い（各軸上で1に近い）ほど望ましい。本稿ではレベル3で評価を行ったために、評価図は三角すいの形となっているが、評価レベルが異なる場合にも同様な多角すいによる評価を行うことができる。

表1 基本事象の得点

基本事象	X=1 (A案)				X=2 (B案)			
	LOW	RIGH	LOW	RIGH	LOW	RIGH	LOW	RIGH
1.埋立地内でのガスの発生	5	5	6	5	7	5	5	5
2.野合川の散布	5	5	5	5	7	2	5	5
3.埋下水・河川等の近接	2	5	5	2	4	4	5	5
4.しゅ水施設の有無	1	5	2	5	1	3	5	5
5.埋出水処理施設の機能	5	5	5	5	7	5	5	5
6.中間処理施設の機能	5	5	5	5	7	3	5	5
7.埋立地の有無性	5	5	5	5	7	3	5	5
8.覆土の不満足	5	5	5	5	7	3	5	5
9.埋立作業上のミス	3	5	4	5	3	5	4	5
10.埋入ごみ量の増加	2	5	3	5	2	4	5	5
11.ごみ埋入ルートの変更	3	5	4	5	3	5	4	5
12.ごみ・廃棄物の発生	3	5	4	5	3	5	4	5
13.腐敗の発生	3	5	4	5	3	5	4	5
14.腐敗・埋没費用	5	5	7	5	5	5	7	5
15.腐敗・維持管理費用	5	5	7	5	5	5	7	5
16.収容・運搬費用	4	5	5	5	4	5	5	5
17.民衆への近接	4	5	5	5	4	5	5	5
18.景観に与える影響	4	5	5	5	4	5	5	5
19.埋立地の利用	3	5	4	5	3	5	4	5

4. ケーススタディ

ここでは、東京都のある山間埋立地(A案)と海面埋立地(B案)を対象に、提案した手法によるケーススタディを行った。A案は二つの一級河川に挟まれた市街地周辺の山間部に位置する。またB案は市街地から隔離された海面上に位置し、諸施設の機能、安全性は高いものとなっている。この各案の基本事象に与える得点を表1に示す。この得点と先のウエイトをもとに式(1)の計算を行った結果、図4、図5のような総合評価図が作成された。これによると、B案の方はA案に比べて図の黒ぬり部分の三角形の大きさは明らかに小さく、しかも斜線で表示した不確実な領域（リスク）も小さいことから、B案の方が優れていることがわかる。

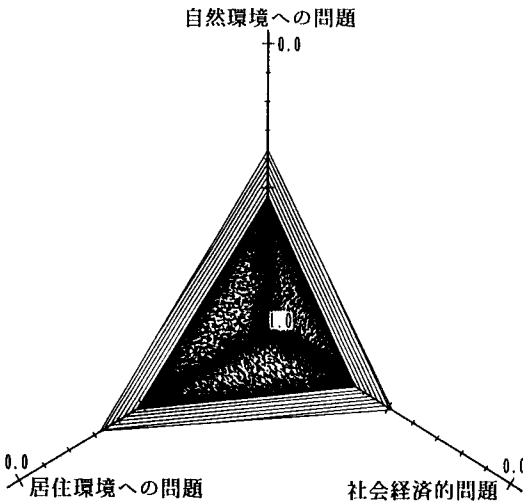


図4 A案の総合評価図

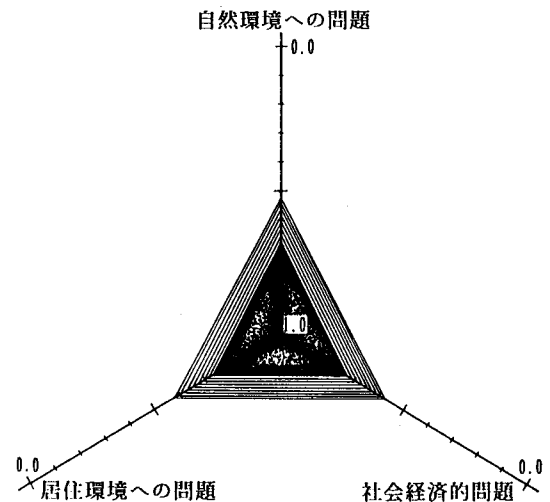


図5 B案の総合評価図

5. おわりに

本稿で提案した評価手法は、評価を多角すいの形をした立体で行うことにより、最終処分場を検討する際の幅広い評価を可能にした。また、本稿では基本事象の得点のみについて、その不確実性を考慮して評価を行ったが、各事象に対するウエイト W も不確実性をもつと思われ、それをいかにして本総合評価手法のなかに取り入れていくかは今後の課題である。

【参考文献】

- 1) 小泉・藤田・古市:ゴミ埋立処分場の評価手法に関する一考察,土木学会第48回年講,PP.1134-1135,1993
- 2) Lee-Bogardi-Stansbury:Fuzzy Decision Making in Dredged-Material Management, ASCE Environmental Engineering, Vol.117, NO.5, PP.614-630, 1991