

神戸大学工学部 正員 枝村 俊郎
神戸大学大学院 学生員 中川 勝八郎
銭 高 組 狭間 茂昌

1. まえがき

都市の土地利用計画のうち、とくに住宅開発適地選定の問題を取りあげ、土地条件のメッシュデータを入力とし、電子計算機によって住宅適地を計量的かつ合理的に選定するシステムについて述べる。

2. 問題の設定と目的の階層構造の把握

最終目的は住宅開発適地の選定であるが、問題としては大規模で、その構造も明確でない。そこで、対象地域を1km×1kmメッシュに分割し、土地条件のメッシュデータを用い、R.L.Keeny, H.Raiffaの多属性効用関数法を適用して、各メッシュの適性度を評価する。ここでの評価は、自然要因と社会、経済的要因から行い、その事業性については考慮しないものとする。図-1に目的の階層構造を示す。

3. 評価項目と評価基準

(1) 開発工事費

ここでいう開発工事費とは、整地費や防災工事費のように、開発にあたり必要となる直接的な費用を意味する。

- a) 地形 ランク1を最高水準として4ランクに分ける。急傾斜の山地、三角形、後背湿地、湖沼、人工造成地等は開発不可能として評価の対象から除外する。
- b) 傾斜 評価基準はメッシュ内最大傾斜方向の平均傾斜度である。傾斜度22°を越えるメッシュは除外する。
- c) 施工の難易 表-1に示すように、地質の面から施工難易のランク分けを行う。硬岩は除外する。
- d) 地盤災害防止 地質の面から崩落、地すべり、地盤沈下、地震の影響のうけやすさを評価し、3ランクに分ける。
- e) 河川改修 メッシュ内の要改修河川の延長距離を評価基準とする。最高および最低水準はそれぞれ、0m、2,000mである。

(2) 施設整備費

- a) 道路整備 施工済都市計画街路または幹線道路からメッシュの中心までの最短距離を評価基準とする。最高および最低水準はそれぞれ、0m、5,000mである。
- b) 上水道整備 メッシュが給水拡張計画区域に含まれる場合を最高水準とし、以下、メッシュの中心から給水拡張計画区域または送水すい道までの距離でランク分けを行う。

- c) 下水道整備 メッシュが計画処理区域（幹線布設区域、計画区域）に含まれる場合を最高水準とし、一部含まれる、区域外である、の3ランクに分ける。

(3) 利便性

メッシュの中心から最寄りの駅までの最短距離によって6ランクに分ける。距離が10kmを越えるメッシュは除外する。

(4) 農地、植生、社会的財産の保護

- a) 農地の保護 メッシュ内の農地占有率を評価基準とする。占有率が30%を越えるメッシュは除外する。
- b) 植生の保護 市街化区域、都市計画区域、自然公園等を考慮に入れて4ランクに分ける。メッシュ内に少しでも保護すべき自然のあるもの、自然林を含むもの、自然公園の特別地域を含むものは除外する。

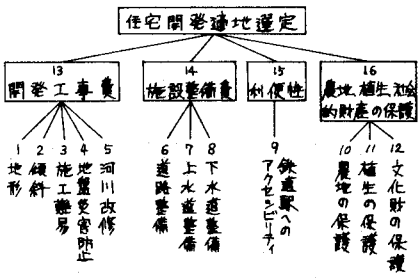


図-1 目的の階層構造の把握

表-1 地質による施工難易のランキンク

ランク	ランクの内容
1	レキ質土、砂質土、粘土を併り砂質土（砂>粘土）
2	軟岩
3	砂まじり粘性土（砂<粘土）
4	粘性土、崩土、軟弱土

c) 文化財の保護 1km×1kmメッシュをさらに100等分の小メッシュに分け、文化財を有する小メッシュの数、つまり散布度を評価基準とする。散布度が5以上のメッシュは除外する。

4. 効用関数の決定

効用関数はくじの原理を用い、意思決定者との対話によって決定する。

(1) 一属性効用関数の決定

属性値が連続である場合は、効用関数の質的特徴を考慮し、指数曲線 $u(x) = a + b e^{cx}$ または直線 $u(x) = ax + b$ で近似する。属性値がランクで表わされている場合は、直接評価によって各ランクの効用値を求める。得られた効用関数またはランクに対する効用値を表-2に示す。

(2) 中間レベルの効用関数の合成

中間レベルの効用関数は、スケーリング定数 k_i を決定し、次の様な乗法型あるいは加法型効用関数で表わす。

$$u(x) = \prod_{i=1}^n k_i u_i(x) \quad (1) \quad 1 + k_i u_i(x) = \prod_{i=1}^n [1 + k_i u_i(x_i)] \quad (2)$$

ここに i : 属性, k_i : $1 + k_i = \prod_{i=1}^n (1 + k_i)$ の $k_i > -1$ なる非零解得られた中間レベルの効用関数を表-3に示す。

(3) 最終レベルの効用関数の合成

中間レベルと同様に行い、次の効用関数を得た。

$$u(x_1, x_2, \dots, x_{12}) = \frac{1}{0.8112} \left[\prod_{r=1}^{12} \{1 + 0.8112 k_r u_r(x_r)\} - 1 \right] \quad (3)$$

ここに r : 中間レベルの属性, x_r : 属性 r の下層の属性の属性値

5. 神戸市垂水区北部におけるケーススタディ

対象地域は東経135°、北緯34°40'を南西端とする約10km×10kmの地域で、神戸市垂水区北部に位置する地域である。地形、地質、傾斜および文化財のメッシュデータは、国土数値情報作成測量作業共同企業体により整備されたものを使用し、これ以外のデータは、神戸市環境資料図集から作成した。図-2に最終的な評価値を示す。空白は開発不可能なメッシュであることを意味している。これは、各データの中で1つでも、評価基準の最低水準より低い水準のものがあれば、そのメッシュが開発不可能と評価されるものであり、農地保護の最低水準を下まわるものがそのほとんどであった。A、B、Cの地域は、現在市街化が進みつつある地域、および開発予定のある地域である。この地域内のメッシュでは評価値が高く、このことはこの手法の有効性を明らかに示しているといえる。

6. あとがき

多属性効用関数法を適用して、メッシュデータを用いた住宅適地選定システムを開発した。神戸市垂水区においてケーススタディを行ったが、その結果はこのシステムの有効性を十分に実証するものであった。

参考文献

- 1) 日本地図センター；国土数値情報成果の利用に関する調査作業報告書，日本地図センター，1978
- 2) R.L. Keeney, H. Raiffa: Decisions with Multiple Objectives Preferences and Value Tradeoffs, John Wiley and Sons 1975
- 3) R.L. Keeney: Multiattribute Utility theory, Multiobjective Systems Research Committee 1979
- 4) 横山義治：多目的評価手法の土地利用計画への応用，神戸大学工学部土木工学科修士論文；1979

表-2 最下層の属性の効用関数またはランクに対する効用値

属性	効用関数 または ランクに対する効用値
1	$u_1(1)=1 \quad u_1(2)=0.75 \quad u_1(3)=0.6 \quad u_1(4)=0$
2	$u_2(x_2) = 1.25264 - 0.25264 e^{-0.07277x_2}$
3	$u_3(1)=1 \quad u_3(2)=0.7 \quad u_3(3)=0.4 \quad u_3(4)=0$
4	$u_4(1)=1 \quad u_4(2)=0.7 \quad u_4(3)=0$
5	$u_5(x_5) = -0.0005x_5 + 1$
6	$u_6(x_6) = -0.0002x_6 + 1$
7	$u_7(1)=1 \quad u_7(2)=0.9 \quad u_7(3)=0.8 \quad u_7(4)=0.25$ $u_7(5)=0.2 \quad u_7(6)=0 \quad u_7(7)=0$
8	$u_8(1)=1 \quad u_8(2)=0.8 \quad u_8(3)=0$
9	$u_9(1)=1 \quad u_9(2)=0.9 \quad u_9(3)=0.8 \quad u_9(4)=0.25$ $u_9(5)=0.2 \quad u_9(6)=0$
10	$u_{10}(x_{10}) = 1.30902 - 0.30902 e^{0.04872x_{10}}$
11	$u_{11}(1)=1 \quad u_{11}(2)=0.8 \quad u_{11}(3)=0.4 \quad u_{11}(4)=0$
12	$u_{12}(x_{12}) = 1.09574 - 0.09574 e^{0.60938x_{12}}$

表-3 中間レベルの属性の効用関数

属性	効用関数
13	$u_{13}(x_{13}, x_{14}) = \frac{1}{0.1888} \left[\prod_{i=1}^2 \{1 + 0.1888 k_i u_i(x_i)\} - 1 \right]$
14	$u_{14}(x_{14}, x_{15}) = \frac{1}{0.0979} \left[\prod_{i=1}^2 \{1 + 0.0979 k_i u_i(x_i)\} - 1 \right]$
15	$u_{15}(x_{15}) = u_9(x_9)$
16	$u_{16}(x_{16}, x_{12}) = \frac{1}{0.1725} \left[\prod_{i=1}^2 \{1 + 0.1725 k_i u_i(x_i)\} - 1 \right]$

