

インド農村部における水資源選択行動の要因分析

長崎大学大学院 学生会員 ○田 栗 勝 悟
 長崎大学工学部 正 会 員 坂本麻衣子
 西部電気工業㈱ 非 会 員 西川秀次郎
 長崎大学工学部 学生会員 野 中 郁 也

1. はじめに

インドでは、ヒ素による地下水汚染が長らく問題になっている¹⁾。汚染された地下水を飲料水として摂取し続けた現地住民の中には慢性ヒ素中毒患者が多数存在している。深い地層から汲み上げる水は安全であるが、比較的浅い地層に掘った井戸にはヒ素が混入している可能性がある²⁾と報じられている。

現地では、水汲みは女性の仕事とされているが、インド等の南アジアではパルダ²⁾(女性を家族以外の男性の眼から遮断することを目的とした女性隔離の慣習)と呼ばれる行動規範が存在し、パルダ規範を遵守する世帯の女性は家の敷地を出て水汲みに行くことをあまり好まない。この隔離の程度は地域、社会階層、民族集団、年齢等によって多様に変化し、水資源選択行動に影響を与えていると考えられる。

本研究では、インドのウェストベンガル州ナディア県に位置する I 村を研究対象地域とする。現地調査で得た GPS の緯度経度情報から作成した I 村の地図に対して、空間の視認性を解析する Space Syntax 理論を適用し、アンケート調査の結果と照らし合わせることで住民の属性や空間特性と水汲みをする女性の水資源選択行動との関連を分析することを目的としている。

2. 現地調査

現地調査として、インドの I 村において、村の全世帯を対象としたアンケート調査、村の全数の井戸のヒ素濃度検査、GPS を用いた地図の作成を行った。アンケートの内容は、個人属性と人間関係、飲料水に対する認識と行動、衛生面に対する認識と行動、日常生活に対する意識の 4 つに大きく分類された質問で構成される。

インドとバングラデシュでは、ヒ素汚染基準は 0.05mg/l (世界保健機構の基準は 0.01mg/l である³⁾) と定められている。今回の検査では、ヒ素の濃度が 0.05mg/l 以上の井戸を危険、0.05mg/l 未満の井戸を安全と判断することとした。検査の結果、村の約 8 割の井戸が危険と判定された。

GPS を用いて作成した I 村の地図を図-1 に示す。

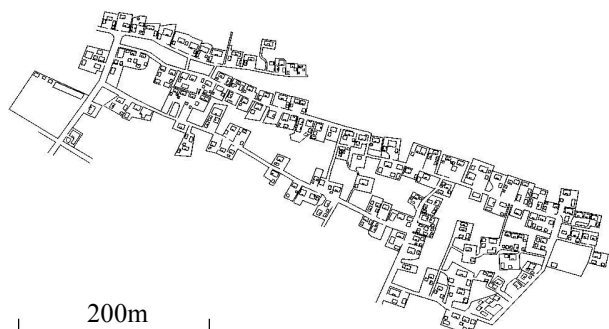


図-1 I 村の地図

3. Space Syntax 理論⁴⁾

パルダ規範を遵守する世帯にとって、水汲みの際に通過する空間での人目の付きやすさは水資源の重要な選択要素になると考えられる。そのため、視認性を数値化することで、水資源選択行動に与えている影響を統計的に分析できると考えられる。そこで、人の視覚に与える影響の解析を可能とする Space Syntax に着目した。

Space Syntax は、家の配置や道路などの空間構成を分析するための理論であり、都市において空間構成は人の動きを決定付けるとされ、都市構造の分析において視認性が人の動きを誘導すると想定されている。

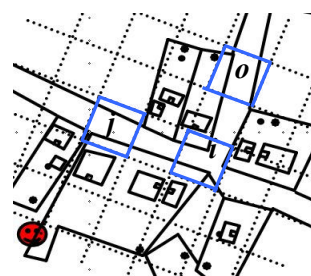


図-2 Depth の概念

本研究の解析手法は Visibility Graph 解析(VGA)と呼ばれ、作成した地図上にメッシュを形成し、メッシュ毎の視認性を解析するものである。VGA において重要となる Depth の概念を図-2 を用いて以下で説明する。

奥行きを Depth とし、図-2 に示すメッシュ i からメッシュ O が目視できるならば、そのメッシュに関して $\text{Depth } i=0$ とする。また、あるメッシュ j から、メッシュ O は直接見えないがメッシュ i は見えるならば、メッシュ j の Depth は、 $\text{Depth } j = \text{Depth } i + 1$ と定義する。すべてのメッシュのメッシュ i に対する Depth を足し合わせたものを Total Depth(TD)と呼び、各メッシュに対して算出される。メッシュの総数を L と置くとその平均の深さである Mean Depth(MD)は式(1)で求められる。

$$MD = TD / (L - 1) \quad (1)$$

MD とメッシュの総数を表す L を用いて式(2)によって Relative Asymmetry (RA)を求め、さらにメッシュの数に依存する RA を相対化するために、式(3)で定義される D-value を用いて式(4)によって Real Relative Asymmetry (RRA)を求める。Integration(HH)は RRA を用いて式(5)のように定義される。Integration(HH)は RRA の逆数であるため、値が高い場所は視界に入りやすく、低い場所は視界に入りにくいということを意味することになる。

$$RA = 2(MD - 1) / (L - 2) \quad (2)$$

$$D_{\text{value}} = 2 \left\{ L \left[\log_2 \left(\frac{L+2}{3} \right) - 1 \right] + 1 \right\} / (L-1)(L-2) \quad (3)$$

$$RRA = RA / D_{\text{value}} \quad (4)$$

$$\text{Integration(HH)} = 1 / RRA \quad (5)$$

4. 視認性の解析

本研究では Integration(HH)の算出及び地図上への表記が可能である UCL Depthmap を解析に用いた。I 村の地図を UCL Depthmap に読み込み、作成した視覚図を図-3 に示す。視覚図は算出された Integration(HH)の値の高さを示しており、値が高い方から、赤、黄、緑、青の順で色分けされている。

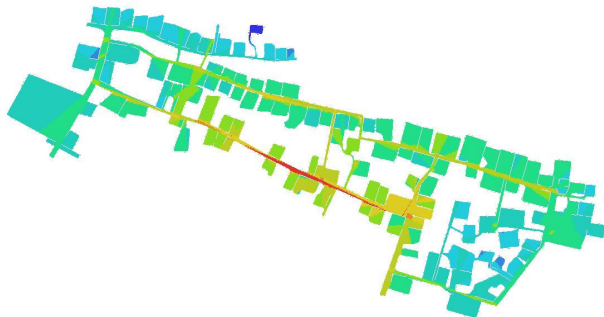


図-3 I 村の視覚図

5. 水資源選択行動モデルの作成

現地住民は、深い地層から汲み上げる水は安全であるが、比較的浅い地層に掘った井戸にはヒ素が混入している可能性が高いということを把握していることから、現地住民の水資源選択行動を、深井戸を使用しているか否かの二者択一のロジットモデル⁵⁾を用いてモデル化する。深井戸を使用しているか否かを従属変数とし、アンケート回答、深井戸までの距離、Integration(HH)の値を説明変数として、パラメータを推定した⁶⁾。使用している井戸までの距離は、各世帯の最寄りの深井戸までの水汲みのルート推定し、算出した。Integration(HH)値は、推定した各世帯の水汲みのルートの最大値、最小値、平均値、積分値を変数として用いた。有意であった変数とパラメータ推定値を表-1 に示す。

表-1 パラメータ推定値

変数	パラメータ推定値	t値	有意確率
月あたりのタバコによる支出	0.644	1.94	0.052
月あたりの米消費量	-3.064	-1.82	0.069
月あたりの肉消費量	1.017	4.15	0.000
深井戸までの距離	-0.029	-2.20	0.027
int.HHの積分値	0.008	1.95	0.051
決定係数	0.277		

表-1 は、パラメータ推定値が正の値である説明変数の値が増加するほど深井戸を使用する傾向が強いことを示しており、パラメータ推定値が負の値である説明変数の値が増加するほど深井戸を使用しない傾向が強くなることを示している。表-1 をみると、月あたりのタバコによる支出が多い、月あたりの肉消費量が多い、integration(HH)の積分値が大きいほど深井戸を使用する傾向が強くなり、逆に月あたりの米消費量が多い、使用している井戸までの距離が

遠いほど、深井戸を使用しない傾向が強くなるという結果が得られている。特に、月あたりの肉消費量が水資源選択行動に与える影響が大きくなっている。

6. 水利施設導入計画に関する考察

適切な水資源を選択するための要因として、説明変数である「月あたりのタバコによる支出」と「月あたりの肉消費量」の多さと、「Integration(HH)の積分値」の大きいことが影響していることから、裕福な世帯は適切な水資源選択行動がとれており、水汲みの経路で公共空間的要素が強い場所を通るようなルート選定を行っていると考えられる。逆に適切な水資源を選択できない要因として、「月あたりの米消費量」の多さで表される家族の多さと、「使用している井戸までの距離」が遠いことが影響していることから、比較的生活に余裕の無い世帯は適切な水資源選択行動がとれておらず、遠い井戸で水汲みを行っていると考えられる。

以上よりインドの I 村では、水汲みで見通しの良い経路を選択し、井戸までの距離が近い方が適切な水資源選択行動をとれる傾向にあるため、距離が比較的短いルートをたどることができ、なおかつ、見通しの良い通りに代替水源の導入をすることにより、ヒ素蔓延を防ぐことができる可能性が高いと考えられる。

7. まとめ

本研究で対象地域とした I 村では、見通しが良い経路を選択できる程、適切な水資源を選ぶことができ、空間の視認性が女性の行動を制限している度合いが弱いと考えられる。このことから I 村には、パルダ規範を厳格に守る世帯が少ない、あるいはパルダ規範があまり根強くない地域に I 村が存在するのかもしれない。いずれにせよ、現地住民の水資源選択行動要因を分析することにより、各世帯からの距離が遠くならず、見通しの良い経路選択を促すような場所に代替水源を導入することが望ましいという知見を提示できたものとする。

参考文献

- 1) 特定非営利活動法人アジアヒ素ネットワーク <http://www.asia-arsenic.jp/> (2011.1.5 閲覧)
- 2) 谷正和・田上健一：ジェンダー化された空間 パングラデシュ・デルタ地域の集落と住居に関する研究 その 5, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-2 分冊, p51, 2005.
- 3) World Health Organization <http://www.who.int/en/> (2011.1.5 閲覧)
- 4) Space syntax <http://www.spacesyntax.org/> (2011.1.5 閲覧)
- 5) (社)交通工学研究会 編：やさしい非集計分析, 丸善株式会社, 1995.
- 6) 和合肇・伴金美：TSP による経済データの分析, 東京大学出版会, 1995.