

# バングラデシュ農村部における水源選択行動と社会ネットワークの関連分析

長崎大学工学部 学生会員 ○清田 翔太郎  
長崎大学大学院 正会員 坂本 麻衣子

## 1. はじめに

バングラデシュでは、農村部の一部の井戸が高濃度のヒ素によって汚染されている。政府を中心に、安全な井戸ならば緑の印、ヒ素に汚染された井戸であれば赤の印を付け、識別できるようにしているにも関わらず、ヒ素に汚染された井戸は使用し続けられている。ヒ素に汚染された水を飲み続けると皮膚病や癌を発症する可能性があるため、安全な井戸の使用を促す必要がある。本研究では、ヒ素に汚染された井戸を選択する行動のメカニズムを、特に、社会ネットワークに着目して分析することで、効果的に安全な井戸の使用へ促す方法を検討する。対象地域は、バングラデシュのジョソール県ケシャプール郡の農村であり、分析には2009年と2011年に行われた住民へのアンケート調査の結果を用いる。

## 2. 社会ネットワーク分析

本研究では、Pajek<sup>1)</sup>を用いて、アンケートの質問項目「先日、今日誰と会話しましたか？」から対象地域内の住民の会話のネットワークのグラフを作成することで社会ネットワーク分析を行う。回答者は世帯主の配偶者であり、全161世帯中留守を除く139世帯から回答を得られた。全体のネットワークから、住民の繋がりをグラフとして表したものを図-1に示す。

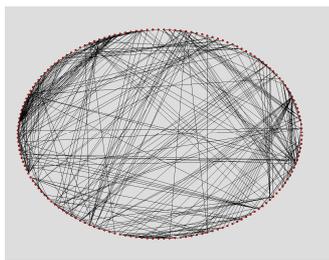


図-1 「先日、今日誰と会話しましたか？」  
についてのグラフ

図-1の点は各住民であり、線は方向性のあるアークである。アークは、話しかけた人から話しかけられた人へ向かうよう描いている。ここでは、点に入ってくる線数である入次数のみを分析に用いる。この理由は、個人が話しかけたと主張する出次数（点から出ていく線数）よりも、他人から話しかけられたと主張する入次数の方が、信憑性が高いと判断したためである。本研究では、入次数を他の点の数で割った次数中心性と、他住民との距離を表す近接中心性の値を用いて、中心性を評価する。ここでは、次数中心性を情報量の多さ

と定義し、近接中心性をいわゆる中心性と定義する。次数中心性をこのように定義する理由は、「次数中心性が高い＝中心的人物」と解釈してしまうと、「中心的ではないが、人の話を多く聞く人」でも中心的人物と判断されてしまうため、「多くの人から話しかけられた＝多くの情報を受信している」と考えた方が妥当であると考えられるためである。本ネットワークから算出した次数中心性と近接中心性の値から、値の高いサンプル上位5つを抽出したものを表-1に示す。

表-1 次数中心性及び近接中心性の高いID

次数中心性			近接中心性		
順位	ID番号	数値	順位	ID番号	数値
1	2	0.063	1	143	0.159
2	8	0.050	2	142	0.153
2	16	0.050	3	44	0.149
2	37	0.050	4	134	0.148
2	142	0.050	5	77	0.146

表-1から、ID142番は次数中心性と近接中心性の値が共に高く、この村内で最も多くの情報を受信し、村内での中心的人物である可能性が高いと考えられる。

## 3. 水源選択の要因分析

### 3.1 モデルの構成

ヒ素に汚染された井戸を選択する行動のメカニズムを分析するために、2009年度と2011年度に行われたアンケート結果と社会ネットワーク分析により求められた中心性の値を用いて、使用している井戸（安全な井戸かヒ素に汚染された井戸）を選択結果とした選択肢が2つの場合の2項ロジットモデル<sup>2)</sup>を作成する。サンプル数は無回答を除く126であり、使用する説明変数の内容を表-2に示す。

表-2 使用する説明変数

説明変数(個人属性)	
次数中心性(入次数のみ)	個人の飲料水源を得るのにいくら払えるか(メンテナンス)
近接中心性(入次数のみ)	共同井戸を得るのにいくら払えるか(設置)
お金を持っているか	共同井戸を認めるのにいくら払えるか(メンテナンス)
生活環境についてどう思うか	家から近い場所にある場所を共有する意気はあるか
飲料水の利用状況について	衛生環境について満足しているか
季節によって飲料水を変えるか	トイレ掃除をする回数(1ヶ月間)
現在の水量で十分か	排泄物の処理が下痢や発熱に関係していることを知っているか
ヒ素について心配か	このカテゴリーで頻りに行つか
ヒ素の有害性を知っているか	家族の健康は安心だと思うか
浅井戸がヒ素に汚染されつつあることを知っているか	自分の家族以外の問題を考える余裕があるか
村のヒ素汚染状況とヒ素の扱い方を知りたいか	衛生と飲料水、どちらが深刻な問題か
個人の飲料水を得るのにいくら払えるか(設置)	個人のネットワーク中の危険な井戸を使用している割合
個人のネットワーク内には危険な井戸を使用している人はいるか	
自身に情報を与える人から受ける影響力(次数中心性)	自身に情報を与える人から受ける影響力(近接中心性)
説明変数(社会ネットワーク)	説明変数(井戸に関する変数)
井戸までの距離	

ここで、表-2の変数のひとつである「自身に情報を与える人から受ける影響力」について説明する。「自身に情報を与える人から受ける影響力」は、次数中心性と近接中心性それぞれを用いるパターンがあり、後者の場合は()に意味を示す。「自身に情報を与える人から受ける影響力」とは、社会ネットワーク分析から得られた次数中心性(近接中心性)と各個人のネットワークを用いて算出する。例として、図-2のような社会

ネットワークを持つ人物①がいるとする。選択肢は 2 つあり、②の人物のみが「RED (ヒ素に汚染された井戸)」を選び、人物③④⑤は「GREEN (安全な井戸)」を選択していると仮定する。また人物番号の横に付された値は、それぞれの次数中心性 (近接中心性) である。

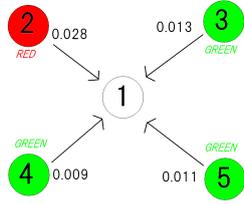


図-2 人物①が周りから受ける影響力

人物①に情報を与えている人物のうち、「RED」及び「GREEN」を選択している人物の割合と、各人物の次数中心性 (近接中心性) の値を用いて、以下のように「自身に情報を与える人から受ける影響力」の値として算出し、使用している井戸ごとの説明変数とする。

$$X_{RED} = 0.028 \times \frac{1}{4}$$

$$X_{GREEN} = 0.013 \times \frac{1}{4} + 0.009 \times \frac{1}{4} + 0.011 \times \frac{1}{4}$$

このように変数を構成することで、本研究では「情報量が多く (中心性が高く)、周りの社会ネットワークの選択状況から、どのように影響される可能性があるか」ということを考慮する。

### 3.2 パラメータの推定結果

表-2 に示す説明変数からモデルを作成し、決定係数及び的中率が最も高い値を示したモデルは、「自身に情報を与える人から受ける影響力 (次数中心性) 【AV】」、「現在の水量で十分か 【BV】」、「個人の飲料水源を得るのにいくら払えるか (メンテナンス) 【CV】」、「共同井戸を掘るのにいくら払えるか (メンテナンス) 【DN】」、「排泄物の処理が下痢や発熱に関係していることを知っているか 【EV】」で構成されるものであり、本研究ではこれを採択した。ここで、各変数を【】に示す記号で表し、各変数のパラメータの推定結果、t 値、有意確率を表-3 に示す。

表-3 分析に使用する説明変数

変数	パラメータの推定結果	t値	有意確率
AN	51.255	1.833	0.067
BN	-0.748	-2.848	0.004
CN	0.003	1.526	0.127
DN	0.020	2.444	0.015
FN	0.042	0.230	0.818
決定係数	0.174		
的中率	91.260%		
BIC	37.589		
対数尤度	-26.152		

AV は選択肢ごとに値が異なるため、パラメータは選択肢間で共通である。BV、CV、DV は個人属性であるため選択結果 1 (安全な井戸) のパラメータを基準の 0 とし、表-3 には選択結果 2 (ヒ素に汚染された井戸)

のパラメータの推定結果を示している。

### 3.3 考察

表-3 に示すロジットモデルの推定結果より BV、DV は危険率 5% 水準、AV は 10% 水準で有意である。AV のパラメータは正であるので、個人は社会ネットワーク内での井戸使用の傾向に影響される可能性が高いことが分かる。BV のパラメータは負であるので、現在の水量を満足に思っていない人ほど、ヒ素汚染された井戸を選択する確率が高い傾向にあることが分かる。DV のパラメータは正であるので、共同井戸を掘るためにメンテナンス費を高く払っても良いと思う人ほど、ヒ素汚染された井戸を選択している確率が高い傾向にあることが分かる。ここで CV は有意確率が 10% 以上だが、EV と比較すると非常に低いので有意であるとすると、CV のパラメータは正であるので、個人の飲料水源を得るためにメンテナンス費を高く払っても良いと思う人ほど、ヒ素汚染された井戸を選択している確率が高い傾向にあるといえる。以上より、個人の井戸使用の傾向は、社会ネットワークに影響を受けやすく、ヒ素に汚染された井戸を使用している人は、現在の水量に不満を抱いており、安全な水源を得るためならば高い費用を払っても良いと回答する傾向にあるといえる。

### 4. まとめ

分析結果より、「自身に情報を与える人から受ける影響力」が自身の選択結果へと関わるということが明らかとなった。一方、個人の次数中心性や近接中心性は有意でないことより、中心的人物であり情報量が多いからといって安全な井戸を選択しているとは限らないことが示された。しかし、情報量の多い人がどのような井戸を使用しているかは、その住民を含む社会ネットワーク内で他の住民の選択結果に影響を及ぼす可能性が高い傾向にある。したがって、情報量の多い人がヒ素に汚染された井戸を選択している場合は、その住民を含む社会ネットワーク内で他の住民に影響を及ぼす可能性があるため、優先的に安全な井戸の使用へ促すことが効果的であると考えられる。また、ヒ素汚染された井戸を利用している人は、安全な水源を得るためならば高い費用を払っても良いと回答する傾向にあるので、飲料水への安全意識は高いといえる。また、水量への不満を抱えており、これを解消することで、安全な井戸の使用へと促すことが可能になると考えられる。

### 参考文献

- 1) ウオルター・デノーイ：「Pajek を活用した社会ネットワーク分析」, 東京電気大学出版局, 2009.
- 2) 交通工学研究会編：「やさしい非集計分析」, (社) 交通工学研究会, 2008