

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2014

課題番号：23580287

研究課題名(和文) ゲーム理論による農民参加型灌漑管理組織の持続可能性条件の解明

研究課題名(英文) Analysis of sustainability of farmer's participatory irrigation system by game theory

研究代表者

近藤 巧 (KONDO, Takumi)

北海道大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：40178413

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：灌漑投資と農村コミュニティや水利組合による灌漑システムの管理の成否は農業生産に大きな影響を及ぼす。本研究では、オストロムの制度設計の原理とゲーム理論に基づいて、ネパールとインドネシアの3つの灌漑管理の実態を明らかにし、これを評価した。制度設計の原理が満たされている水利組合では、灌漑システムの維持管理のパフォーマンスが高かった。しかし、こうした制度が不在の水利組合では、チキンゲームの構造をもち、下流農家の自発的な努力によって灌漑システムが維持されていた。今後、維持管理費用が増加するにつれ、ゲームの構造は保証ゲームへと変化し、灌漑システムが退化することが危惧された。

研究成果の概要(英文)：This paper is about irrigation development, and its management-performance influence on agricultural production. The focus is on systems in Nepal and Indonesia, incorporating Ostrom's design principles and game theory. Better-managed irrigation systems all but satisfy Ostrom's principle criterion. Even with the design principle not satisfied, one irrigation system in Nepal was maintained - albeit incompletely - through the efforts of voluntary downstream farmers. We analyze this situation by applying chicken game theory, and find that upstream farmers are free-riding on downstream farmers. As the cost of maintenance of the system increases due to rising wages and the dilapidated state of the waterway, downstream farmers are unable to maintain the system without the cooperation of upstream farmers. We conclude by showing that irrigation systems may deteriorate depending on the strategy of upstream farmers.

研究分野：農業経済学

キーワード：ネパール 灌漑 共有資源

1 . 研究開始当初の背景

第 2 次世界大戦後、開発途上国は灌漑インフラ投資を加速させ「緑の革命」により稲作の収量を飛躍的に向上させた。しかし、国際米価の低下と国家財政難のために灌漑管理体制を政府主導から農民参加型へと移行させてきた。1970 年代後半から 80 年代半を境に灌漑インフラは建設局面から管理局面に移行した。開発途上国の多くの灌漑システムでは、その劣化とサービスパフォーマンスの低迷が続いている。

2 . 研究の目的

研究の目的は、政府でもなく市場でもない主体的小規模農民組織である農民参加型灌漑施設の維持管理のパフォーマンスの実態を明らかにし、ゲーム理論を用いて農民の集合行為を経済学的視点から解明することにある。政府と市場の双方の失敗を克服できる農村コミュニティの機能を高めることが目的である。

3 . 研究の方法

灌漑に係る制度は大きく(1)農民間での水の配分、(2)灌漑施設の維持管理、の 2 つに大別できる。(1)は、灌漑水の需要に関する社会的ジレンマ問題(共有地の悲劇)と、(2)は灌漑水の供給に関する社会的ジレンマ問題(フリーライダー問題)と深い関わり合いを持っている。こうした問題は、不完全ではあるが農村のコミュニティの機能や水利組合の形成によって解決されている。コミュニティを構成する農民が有する社会的規範や慣習がその役割を担うこともあれば、明確なルールを設け、ルールの遵守を監視し、違反者に対しては制裁を加えるといった基本的な制度が担うこともある。本研究では、ネパールやインドネシアの灌漑システムのケース・スタディによって、農家の灌漑施設の維持管理の実態を明らかにする。ゲーム理論や公共財の供給理論、さらに、Ostrom (1990) の 8 つの設計原理の基準に依拠しつつ、灌漑システムを評価する。

4 . 研究成果

調査はネパール、インドネシアの 2 ヶ国、3 つの灌漑システム、水利組合を対象に行った。ネパール・カトマンズ盆地・サクー村、サルマツール村をまたぐサリナディ灌漑システム、同じくネパール・シンドパルチョーク郡・シカルプール VDC のジャルキネ水使用者組合、そしてインドネシア・中部ジャワ州・カリレジョ村の水利組合シドマクムールが対象事例である。

各調査対象とその地域における農業概要を把握するため調査対象の主な作付パターンを表 1 に示した。

表 1 調査対象における作付パターン

| 灌漑システム、水利組合 | 作付パターン |
|-------------|------------------------|
| サリナディ灌漑システム | |
| 上中流部 | R - SP - WP |
| 下流部 | R - W |
| ジャルキネ水使用者組合 | |
| 上中流部 | R - R - V R - R |
| 下流部 | S - Mi |
| 水利組合シドマクムール | R - R - Me、Wa R - G |

出所：農家調査より作成。

註)：R はコメ、SP と WP は夏バレイシヨ、冬バレイシヨ、V は野菜、S はダイズ、Mi はヒエ、Me、Wa はメロンとスイカ、G はリョクトウを意味する。

ネパール・サリナディ灌漑システムではシステム上中流部においては灌漑水を用いてコメ - 夏バレイシヨ - 冬バレイシヨが、一般的だが下流部ではコメ - 小麦の作付が主流である。

ネパール・ジャルキネ水使用者組合の上中流部の農家はコメ - コメ - 野菜、コメ - コメの生産を行うが、下流部ではダイズ - ヒエの生産がほとんどである。

インドネシア・水利組合シドマクムールの農家は 1 年を通して灌漑水を利用しコメ - コメ - メロンまたはスイカの生産を行っている。水利組合の灌漑面積における上中流部と下流部との間に灌漑水利用可能性の差異は少なく作付パターンは農家の選好により決定される。

これら 3 つの灌漑システムに対し Ostrom の 8 つ制度設計原理を適用する。設計原理 1 の Clearly defined boundaries は資源範囲、そして利用者が明確に定まっているかである。灌漑システムにおいて資源の範囲は灌漑水系であり利用者は灌漑エリアの農民に限定されるだろう。原理 2 の Congruence は灌漑利用者が水を得るために負担する費用の度合いが水を得るといふ便益に一致するか、さらに負担する費用は現地の状況に適合しているかに関する基準である。原理 3 の Collective-choice arrangement は灌漑利用者が運営規則、すなわちルールの修正に参加可能かどうかに関する基準である。原理 4 の Monitoring は資源の状況と利用者の行動を監視する者が資源利用者自身か利用者に対して説明責任を持った者かの基準である。原理 5 の Graduated sanctions は運営規則に違反した者が他の利用者や他の利用者に説明責任を有する者によって段階的に処罰されるかである。原理 6 の Conflict-resolution

mechanism は資源利用に関して紛争が生じた場合に、利用者や組織の代表者が低コストで紛争を解決できるかである。原理 7 の Minimal recognition of rights to organize は資源利用者自らが作成する制度が外部の政府機関から脅かされないという基準である。最後の Nested enterprises は資源利用、費用負担、監視、強制、紛争解決など統治に関する運営活動が多層化され入れ子構造になっているかである。表 2 にその設計原理の適合状況を示した。

表 2 Ostrom の設計原理と適合状況

| Design principles | サリナディ灌漑システム | ジャルキネ水使用者組合 | シドマクムール |
|---|-------------|-------------|---------|
| Clearly defined boundaries | ○ | ○ | ○ |
| Congruence | × | ○ | ○ |
| Collective-choice arrangement | × | △ | ○ |
| Monitoring | × | ○ | ○ |
| Graduated sanctions | × | ○ | × |
| Conflict-resolution mechanisms | △ | ○ | ○ |
| Minimal recognition of rights to organize | ○ | ○ | ○ |
| Nested enterprises | × | △ | △ |

出所：Ostrom(1990)より作成。

註)：○は適合する、×は適合しない、△は部分的に適合する、を意味している。

ネパール・サリナディ灌漑システムには水利組合は存在しない。したがって、上流優位の水配分となっている。さらに水路の維持管理についても末端の有志農家が中心となり行っている。

ネパール・ジャルキネ水使用者組合では水利組合を結成した有力農家が中心となり灌漑水利用者に対してルールの遵守を段階的な制裁を背景に強制している。また組合員の負担は圃場面積に応じた水利費と水路の修繕に対する労働拠出である。表 1 でみたように下流部の水利用は灌漑水を多く必要としない作目になっている。これは末端部の灌漑利用者が漁業カーストに属するためである。

インドネシア・水利組合シドマクムールでは配水、水路の維持管理は全て水利組合長が行っている。組合員である農家の負担は面積に応じた水利費のみであり労働拠出などその他の負担はない。公共財の性質を帯びた水路の維持管理を組合長が行うのは集めた水

利費を全て組合長の収入として手に入れることができるからである。組合長は雨季に 2 回、乾季 1 回の水利費収入によって、特に乾季に多額の所得を得ている。

| | | 下流農家 | |
|------|-----|--------|--------|
| | | 協力 | 非協力 |
| 上流農家 | 協力 | (3, 3) | (1, 4) |
| | 非協力 | (4, 1) | (2, 2) |

図 1 囚人のジレンマゲーム

| | | 下流農家 | |
|------|-----|--------|--------|
| | | 協力 | 非協力 |
| 上流農家 | 協力 | (3, 3) | (2, 4) |
| | 非協力 | (4, 2) | (1, 1) |

図 2 チキン・ゲーム

| | | 下流農家 | |
|------|-----|--------|---------|
| | | 協力 | 非協力 |
| 上流農家 | 協力 | (3, 3) | (2, 2) |
| | 非協力 | (4, 2) | (1, -1) |

図 3 修正チキン・ゲーム

| | | 下流農家 | |
|------|-----|---------|---------|
| | | 協力 | 非協力 |
| 上流農家 | 協力 | (2, 2) | (-1, 1) |
| | 非協力 | (1, -1) | (0, 0) |

図 4 保証ゲーム

ネパールのシンドパルチョークやインドネシアの事例では、農民組織が形成され、Ostrom の基準が満たされており、灌漑組織が維持されてきている。これらの組織においては、灌漑水の配分と水路の維持管理に関してルールが定められ、モニタリング、制裁の仕組みが備わっていた。特にインドネシアのシドマクムールの事例では、水利組合長には下流部に水を供給するために強いインセンティブが付与されていた。しかし、ネパールのサリナディにおいては、フォーマルな水利組合が存在しなくても、灌漑施設が維持されている。

サリナディ灌漑システムにおいては、中・下流部の有志農民が自発的に水利の維持管理を担っているのである。下流部の農家は、上流部の農家と違い、いつかは自分の圃場に水が来るだろうと受動的に待つわけにはい

かない。水確保のためには主体的努力をしなければならぬのである。適宜に灌漑水を利用するためには、常日頃から、水利施設の維持管理を怠らざるにできないといえる。有志農家のみで水路の維持管理のコストを負担してもプラスのプロフィットが見込まれる限り、彼らにとっては、水路を維持管理し水を確保し続けることが合理的選択となる。ただし、上流農家も彼らが苦労して維持管理した水路を利用していることになる。いわゆる、上流農家のフリーライドである。

このようなジレンマを説明したのが、チキン・ゲームである。灌漑システムの維持管理を非協力ゲーム理論によって分析を行う。プレイヤーは上流農家と下流農家、戦略は(協力、非協力)の2つである。ハーディンの共有地の悲劇や公共財の供給は囚人のジレンマゲームとして定式化されてきた(図1)。チキン・ゲームのナッシュ均衡は(協力、非協力)または(非協力、協力)の2つである(図2)。この状況では、上流農家または下流農家だけで、灌漑システムを維持管理できることがポイントである。お互いが他者の維持管理にただ乗りしようとしていることになる。

灌漑システムにおいては、通常、水利用という点で、上流農家が優越しているため、下流農家による非協力という選択は、彼ら自身の農業生産の大幅な減少をもたらす。そこで、下流農家が非協力をとった場合、チキン・ゲームにおける下流農家の利得が2だけ減少するものと仮定しよう。この場合ゲームは、修正チキン・ゲームになる。そして、(非協力、協力)がこのゲームの唯一のナッシュ均衡解である(図3)。下流農家が自発的に水路を維持管理するのは、自身の利益を高めることができるからである。ただし、下流農家の維持管理活動に報いて、より多くの水が配分されているわけではない点に注意しなければならない。Ostromの提示する第2原理、すなわち、Congruence条件が満たされているわけではない。この原理は、費用に見合う便益を保証するという意味で、組織の持続性にとっては非常に重要な条件である。この条件が欠如しているにもかかわらず、下流有志の農家の努力によって灌漑施設が維持管理されているのである。ネパールにおいてはこうしたメカニズムによって灌漑施設が維持されている事例が多いと推察される。

このメカニズムは、有志の農家だけで維持管理の費用を負担できている間は、持ちこたえることができる。しかし、労働費用の増加をはじめとする種々の要因によってコストが高み、下流農家だけの努力で維持管理が不可能になれば、灌漑システムの存続は危ぶまれる。このような場合、図4の保証ゲームへと変化する。すなわち、下流農家だけでは維持管理を遂行できないので、上流農家が協力すれば最大の利得を実現できるが、非協力であれば、灌漑システムは崩壊してしまう。

近年、サリナディ灌漑システムでは、中・

下流部において、要水量の少ない雨よけトマト栽培に取り組む農家が出現している。これは、灌漑水に依存しない農業の選択ということになる。お互いが協力して灌漑用水を確保しようということからますます乖離している。保証ゲームにおいては2つのナッシュ均衡が存在するが、(非協力、非協力)を志向しているとも解釈可能である。したがって、チキン・ゲームにみられるような下流農家による自発的維持管理は、灌漑設備の老朽化や労働コストの上昇など維持管理費用の上昇に対して脆弱であり、持続性を保てない可能性をはらんでいる。

それに対して、Ostromの8つの条件が満たされている場合には、組織自体が外部環境の変化に対してフレキシブルに対応している可能性が高い。すなわち、灌漑組織は持続可能(Sustainable)であるのみならずレジリエント(Resilient)だということができる。

<参考文献>

Ostrom, Elinor, *Governing the Commons The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge university press, 1990

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計3件)

Mohammad, Rondhi and Takumi, Kondo Smallholding Rubber Farming in Indonesia: Is It Efficient?, *The Japanese Journal of Rural Economics*, 査読有、16、2014、89 - 96

内藤 敦允、近藤 巧、ネパール農村における栽培作物品種の変容と現状 - サクーにおける稲・馬鈴薯の事例より -、*北海道大学農経論叢*、68巻、2013、査読有、129 - 135

中野 真衣、近藤 巧、所得指標を除いた福祉の計測、*開発学研究*、査読有、22巻、2011、44 - 50

[学会発表](計3件)

毛利 泰大、Rondhi Mohammad、近藤 巧、インドネシアのゴム生産における土地生産性関数の推計、2015年度日本農業経済学会、2015年3月29日、東京農業工業大学(東京、府中市)

Masako Morioka、Takumi Kondo、Agricultural Productivity Growth and Improvement of Household Food Security in Nepal、*The 11th International Convention of the Western Economic Association International*、2015年1月9日、Wellington(New Zealand)

Koki Danno、Takumi Kondo、The Impact on Household Income of Cultivating Cash Crops in the Dry Season in Nepal: A propensity Score Matching Analysis、The 14th International Convention of the East Asian Economic Association、2014年11月02日、Bangkok(Thailand)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

近藤 巧 (KONDO, Takumi)

北海道大学・大学院農学研究院・教授

研究者番号：40178413