

## 第5章 中国雲南省における灌漑管理の成果と農民間の協調行動

### －進化ゲーム理論による仮説の提示と実証－

伊藤順一

#### 1. はじめに

オープン・アクセスの環境下で、多くの人々が共有資源を乱獲し、その保全・管理を怠れば、資源の機能は低下し、やがて枯渇する。これが Hardin (1968)によって指摘された「共有地の悲劇 (tragedy of commons)」である。しかし、すべての共有地がそのような運命を辿っているわけではない。おもに途上国のフィールドからは、悲劇的な結末とともに多くの成功事例が報告されている。ハーディンの予測に反し、慣習的なルール、共同体の規範がオープン・アクセスを制限している。その結果、農村の共有資源は住民の集団行動 (collective action) によって適正な状態に保全・管理されている。明らかにそこには、ハーディンが悲劇を回避する方法として提唱した私的所有権の確立、中央集権的な管理とはまったく異なる別のメカニズムが作用している (Olson, 1965; Hayami and Kikuchi, 1981; Wade, 1988a; Ostrom 1990; Bardhan, 1993b; Aoki, 2001)。

ハーディンが鳴らした警鐘により、共有地問題は学際的な関心事となったが、それに関係する多くの実証研究は、集団行動の原理の解明と成果の評価を中心的なテーマに据えている。ただし、そこには少なくとも2つ問題がある。

1つはコモンズ研究の現状に関わる。いうまでもなく、共同体および共有資源の属性は多様であり、それを保全・管理する方法も資源の特性によって異なる (Knox et al., 2002)。したがって、コモンズ研究が導く政策的な含意は事例的であり、地域に固有な生態や制度に強く依存することになる<sup>(1)</sup>。しかしその一方で、一般理論の構築および地域横断的な比較研究の必要性が、研究者の間で強く認識されている。この分野の第一人者である Ostrom (1990)は、コモンズの保全・管理に関係する制度やルールを“design principle”という言葉で表現し、「悲劇」を回避する普遍的な条件を見出そうと試みた。Baland and Platteau (1996, 2003)の一連の研究も、その延長線上に位置づけられる。にもかかわらず、理論にもとづいて仮説を提示し、それを検証するといったスタイルをとる実証研究はきわめて少なく、実証結果がサンプル間で重大な齟齬をきたしていても、適当な解釈が与えられずに、そのまま放置されるといった事態が生じている。

もう1つは実証上の問題に関わる。Lam (1996)の指摘によれば、協調行動のパフォーマンスをどのような指標を用いて測定するかといった問題について、研究者の間で未だ十分なコンセンサスが得られていない。共有資源が生産活動の1つの重要なファクターであれば、資源の帰属価格 (imputed price) が有効な指標となり得るが、それを協調行動の成果とみなすためには、関係する多くの要因を制御しなくてはならない (Feeny, 1992)。灌漑管理を扱った Tang (1992)は、パフォーマンスの代表的な指標として、配水の状態、分水・出役

ルールの遵守、施設の保全・管理活動(出役)を挙げている。また、Shivakoti and Ostrom (2002)は、配水に関する効率性・公平性、出役への参加状況を成果の指標とみなしている。実際に、多くの実証研究は、共同体と資源の属性、制度や規範、利用者の誘因や政府介入が、こうしたパフォーマンスの指標と深く関わっていることを示唆している。しかし、こうした変数が、なぜ協調行動の指標として適当であるのかを明示した論文は、残念ながら例外的でさえある<sup>(2)</sup>。

そこで本稿では、進化ゲーム理論 (evolutionary game theory) を援用して、灌漑施設の共同利用に関するいくつかの仮説を提示し、その検証を試みる<sup>(3)</sup>。最も重要な仮説は、施設の利用者間における所得格差と協調行動の関係であり<sup>(4)</sup>、Baland and Platteau (1999)、Jones (2004)によれば、コモンズ研究の中で最も論争的なテーマとなっている。この問題を直接扱った理論研究は、Dayton-Johnson and Bardhan (2002)を嚆矢とするが<sup>(5)</sup>、モデルでは所得格差以外の要素が完全に捨象されており、実証には至っていない。また、Alesina and La Ferrara (2000)、La Ferrara (2002)は、厳密なモデルにもとづいて実証を行っているが、共有地問題に特有な「ただ乗り (free-riding)」の問題を看過している。

一方、協調行動における成果の指標として、本稿では出役に注目する。灌漑サービスへのアクセス・コントロールが困難であれば(排除不可能性)、個々の農家は集落の保全・管理活動に「ただ乗り」するインセンティブを強く持つ。その結果、出役は過小となり、農業用水の供給は適正な水準を下回る (Gyasi, 2005)。反対に、相互協調が利用者間で成立すれば、保全・管理活動が促進され、用水供給は社会的に最適な水準を維持するはずである。

本稿の構成は以下のとおりである。第2節では理論モデルを構築し、それにもとづいて、灌漑施設の保全・管理に関する仮説を導く。第3節ではわれわれの調査地となった中国雲南省昆明市西山区の農業と水利の実態を紹介する。第4節で仮説の検証を行い、第5節で結論を述べる。

## 2. モデルと仮説

### (1) 出役労働の決定

集落は  $N(>1)$  戸の家計から成り、利用できる労働力 ( $L_0$ ) は、すべての家計間で同じであると仮定する。農業の集計的生産関数を  $Q = F(L_a, C)$  で定義する。 $Q$ 、 $L_a$ 、 $C$  はそれぞれ、農業生産量、農業労働力、灌漑サービス(集落で利用できる農業用水量)を表す。灌漑サービスは集落の出役 ( $L_c$ ) の関数であり、

$$C = C(L_c), \quad C(0) > 0, \quad C' > 0 \quad (1)$$

を仮定する。集落で利用可能な労働力は  $NL_0$  なので、 $NL_0 = L_a + L_c$  が成立する。また、農業労働の限界価値生産力 (shadow price) を  $w$  で表し、農産物をニューメーラール(価格基準財)とする。 $L_c$  に関する  $Q$  極大化の1階条件は次式で表される。

$$C' \frac{\partial F}{\partial C} = w \quad (2)$$

つまり、出役の限界生産力は農業労働の shadow price に一致する。

次に、この集落における代表的農家の生産関数を  $q = f(l_a, c)$  で定義する（小文字は家計の変数を意味する）。代表的農家が享受できる灌漑サービスが  $c = C/N$  であれば、農業の生産関数は  $q = f[l_0 - l_c, C(L_c)/N]$  と表される。この農家の出役 ( $l_c$ ) に関する  $q$  極大化の1階条件としては、

$$C' \frac{\partial f}{\partial c} \cdot \frac{\partial L_c}{\partial l_c} = Nw \quad (3)$$

となる。ここで次式を仮定する。

$$\frac{\partial L_c}{\partial l_c} \equiv \frac{\partial L_c}{\partial l_c^i} = 1 + \sum_{j \neq i}^N \frac{\partial l_c^j}{\partial l_c^i} \equiv k \quad (4)$$

代表的農家が単独で出役労働を決定すれば、 $k=1$ となる。さらに、 $\partial f/\partial c$ が代表的農家について定義されているので、次式が成立する。

$$\frac{\partial F}{\partial C} = \frac{\partial f}{\partial c} \quad (5)$$

ここで、(3)、(4)、(5)式から以下を得る。

$$C' \frac{\partial F}{\partial C} = \frac{Nw}{k} \quad (6)$$

$k=N$ の場合、(2)、(6)式は完全に一致する。しかし、出役労働に関する相互協調が成立しなければ、 $k=1$ となる。このことから以下の仮説が導かれる。

**【仮説1】** 出役に関する集落内の協調が不完全な状況で、個々の農家が自家農業生産の極大化を目的として出役を決定すれば、供給される灌漑サービスと出役は社会的な最適水準 ( $Q$ を極大化する  $C$ と  $L_c$ ) を下回る。

**【仮説1】**は、共有地の管理労働に関する通説ともいえるものである (Dasgupta, 1993)。社会的に最適な出役労働 ( $L_c^*$ ) は(2)式で与えられるが、その各戸への割り当ては以下のルールに従うと仮定する。

$$l_c^* = \frac{L_c^*}{N} \quad (7)$$

ところで、この集落に農業以外の就業機会が存在すれば、農業労働の機会費用が上昇す

る。したがって、(2)式から以下の仮説を得る。

**【仮説2】** 集落に農業以外の就業機会が発生し、農業労働の機会費用が上昇すれば、出役は減少する<sup>(6)</sup>。

## (2) 戦略的な意思決定

集落に出役ルールが存在せず、農家間の協調が不完全な状況で、 $C'\partial F/\partial L_c < Nw/k$ が成立すれば $L_c = 0$ となり<sup>(7)</sup>、農家はすべての労働力を自家農業に投下する。したがって、代表的農家の所得（農業生産額）は次式で表される。

$$y^- = f[l_0, C(0)/N]$$

一方、 $L_c = L_c^*$ であるときの農家所得は、

$$y^* = f[l_a^*, C(L_c^*)/N] = \alpha y^-$$

となる。ここで、 $l_a^* = l_0 - l_c^*$ である。農業生産にとって灌漑サービスが不可欠な要素であれば、次式が成立する。

$$y^- < y^* \tag{8}$$

次に、一部の農家がルールを破り、出役にまったく協力しなければ、集落全体の出役( $L_c^+$ )は $L_c^*$ を下回り、(1)式から $C(L_c^+) < C(L_c^*)$ となる。ここで、「ただ乗り」する者の所得( $y^+$ )は次式を満たすと仮定する。

$$y^+ = \beta y^- = f[l_0, C(L_c^+)/N] > f[l_a^*, C(L_c^*)/N] = y^* \tag{9}$$

なお、 $l_0 > l_a^*$ である。他方、一部の農家が「ただ乗り」する状況下で、ルールを遵守した農家の所得( $\tilde{y}$ )は次式を満たすと仮定する。

$$\tilde{y} = \gamma y^- = f[l_a^*, C(L_c^+)/N] < f[l_0, C(0)/N] = y^- \tag{10}$$

(9)、(10)式が成立すれば、農家は協調よりも「ただ乗り」を選択する。そして、(8)~(10)式から、次式を得る。

$$\tilde{y} < y^- < y^* < y^+ \tag{11}$$

いま、集落が2つの農家から構成され、彼らが、ルールを破る(D)、ルールを守る(C)のどちらかを選択すると仮定しよう。双方がDを選択した場合（協調が成立しない場合）

第1表 所得行列

		農家2	
		D	C
農家1	D	$(y^-, y^-) = (5, 5)$	$(y^+, \tilde{y}) = (15, 3)$
	C	$(\tilde{y}, y^+) = (3, 15)$	$(y^*, y^*) = (10, 10)$

注. 括弧内の数字は（農家1の所得，農家2の所得）。

第2表 一般化された所得行列

		農家2	
		D ( $1-x_2$ )	C ( $x_2$ )
農家1	D ( $1-x_1$ )	$(y_1^-, y_2^-) = (e, 10-e)$	$(y_1^+ - P, \tilde{y}_2)$ = $[\beta e - P, \gamma(10-e)]$
	C ( $x_1$ )	$(\tilde{y}_1, y_2^+ - P)$ = $[\gamma e, \beta(10-e) - P]$	$(y_1^*, y_2^*)$ = $[\alpha e, \alpha(10-e)]$

注. 第1表と同じ。

には、 $L_c = 0$ となる。ここで、両者の生産関数が同じであれば、農家所得がたとえば、第1表のように表される。D行動が支配戦略であるため、このゲームのナッシュ均衡は(D, D)であり、出役ゲームはいわゆる「囚人のジレンマ (prisoner's dilemma)」に陥る。そこで、相手のC行動に対してD行動をとった農家に、5以上のペナルティー ( $P$ )を科せば、2つのナッシュ均衡 (D, D) と (C, C) が現れる。

次に、兼業機会の発生あるいは農家間の生産性格差を想定しながら、所得の一般化を図る。第2表がそれであり、表中の  $x_i$  は農家  $i$  が C 行動を選択する確率を表す。対称性を考慮して  $0 < e \leq 5$  とすれば、(11)式は、

$$\gamma < 1 < \alpha < \beta$$

と書き換えられる。ただし、制裁が有効であるためには、

$$P \geq (\beta - \alpha)e \tag{12}$$

$$P \geq (\beta - \alpha)(10 - e) \tag{13}$$

を満たす必要があるが、 $0 < e \leq 5$  より、(13)式の成立で十分である。このゲームにも複数のナッシュ均衡が存在するので、以下では、進化ゲーム理論を用いて、均衡の安定性を吟味する。まず、再生産動学 (replicator dynamics) を次式のように導く<sup>(8)</sup>。

$$\frac{dx_1}{dt} = x_1[u_1(C) - \text{ave } u_1] = [(1 + \alpha - \beta - \gamma)e + P]x_1(1 - x_1)(x_2 - \lambda_2) \quad (14)$$

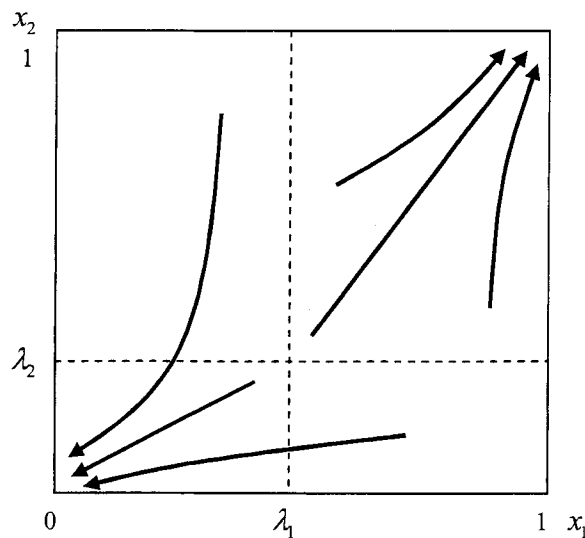
$$\frac{dx_2}{dt} = x_2[u_2(C) - \text{ave } u_2] = [(1 + \alpha - \beta - \gamma)(10 - e) + P]x_2(1 - x_2)(x_1 - \lambda_1) \quad (15)$$

$$\lambda_1 = \frac{(1 - \gamma)(10 - e)}{(1 + \alpha - \beta - \gamma)(10 - e) + P} \quad (16)$$

$$\lambda_2 = \frac{(1 - \gamma)e}{(1 + \alpha - \beta - \gamma)e + P} \quad (17)$$

$u_i(C)$  は農家  $i$  が C 行動を選択したときの期待所得,  $\text{ave } u_i$  は農家  $i$  の期待所得を表す。なお(12), (13)式より,  $(1 + \alpha - \beta - \gamma)e + P \geq 0$ ,  $(1 + \alpha - \beta - \gamma)(10 - e) + P \geq 0$  となり, この2式が成立すると,  $\lambda_i \geq 0$  ( $i=1, 2$ ) を得る。しかし, (12), (13)式が等号で成立すると  $\lambda_1 = \lambda_2 = 1$  となり,  $dx_i/dt$  は常に非正となる。したがって, 農家の選択が C 行動へと収束するためには, (12), (13)式が強い不等号で成立しなくてはならない。

第1図は, (14), (15)式をもとに描かれた位相図である。図に明らかなおとおり, 農家の最終的な選択が, CあるいはDどちらに落ち着くかは, その農家がCを選択する確率のみならず, 相手農家の選択にも依存する。きわめて複雑なフィードバック・プロセスであるが, このような状況は, Runge (1992)が「確信問題 (assurance problem)」と呼んだ状況に酷似している。すなわち, パレート効率的な状態が均衡として実現するためには, 個々のプレイヤーが, 相手のプレイヤーも協調するという確信を持たなくてはならない。実際に, 農家  $i$  が協調を選択するためには,  $x_j > \lambda_j$  ( $j \neq i$ ) を満たす必要がある。したがって,  $x$  が  $[0, 1]$  の範囲内に一様分布していれば, 相互協調が実現する確率は,



第1図 位相図

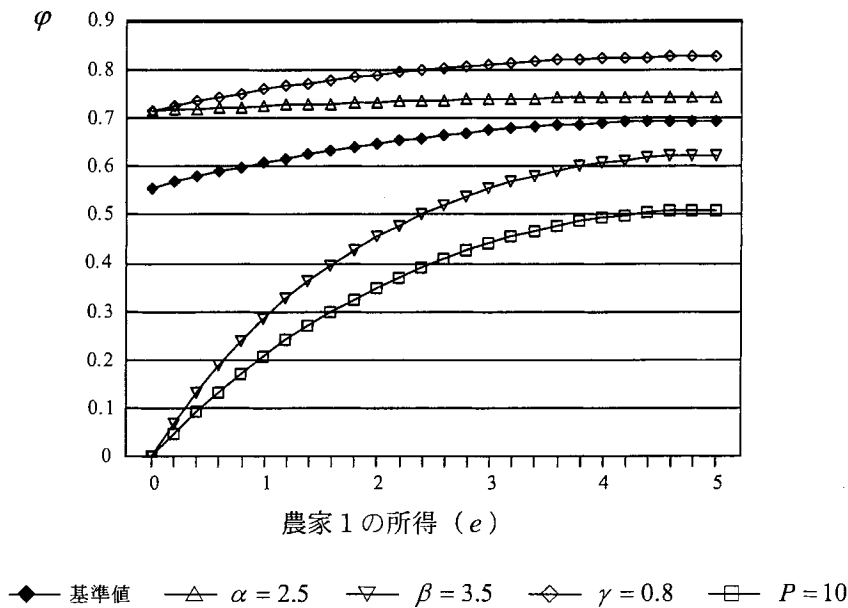
$$\varphi = (1 - \lambda_1)(1 - \lambda_2)$$

で与えられる。簡単な微分計算から、 $\varphi$ は $e=5$ で極値をとり、 $\partial^2\varphi/\partial e^2|_{e=5} < 0$ であることが分かる。

また(16), (17)式から、以下を得る<sup>(9)</sup>。

$$\frac{d\lambda_1}{de} < 0, \frac{d\lambda_2}{de} > 0, \frac{d\lambda_1}{d\alpha} < 0, \frac{d\lambda_1}{d\beta} > 0, \frac{d\lambda_1}{d\gamma} < 0, \frac{d\lambda_1}{dP} < 0 \quad (i=1, 2) \quad (18)$$

第2図は、パラメータの基準値として、 $\alpha=2$ ,  $\beta=3$ ,  $\gamma=0.6$ ,  $P=15$ を想定し、 $e$ と $\varphi$ の関係を描いたものである。また同図には、これらのパラメータの変化が $\varphi$ に及ぼす影響も示されている。 $e=5$ が所得の均等を意味しており、 $e$ の値が小さいほど農家間の所得格差は拡大する。同図で特筆すべきは、 $\varphi$ が $e$ の増加関数であり、 $e=5$ で最大値をとるという点である。これより、以下の仮説を得る。



第2図 所得分配と相互協調の可能性

【仮説3-1】 農家間で相互協調が成立する確率は、所得分配が平等なときに最大となる。

さらに、(18)式あるいは第2図から、次の仮説を得る。

【仮説3-2】 協調が成立する確率は、以下の場合に上昇する。(a)相互協調による所得の増加率( $\alpha$ )が大きい。(b)ただ乗りによる所得の増加率( $\beta$ )が小さい。(c)相手のただ乗りによる自己の所得の減少率( $1-\gamma$ )が小さい。(d)制裁金が高い。

ここで、現実に則してパラメータの意味を解釈し、関連する仮説を導出してみよう。まず、 $\alpha$ （相互協調による所得の増加率）は、灌漑の物理的な特性に大きく依存する。たとえば、集落全体で灌漑用水が過度に不足していれば、出役の限界生産力（ $C' = \partial C / \partial L_c$ ）は小さく、所得の増加率も低い値にとどまる。また、出役とは無関係に灌漑用水を潤沢に利用できるような集落でも、 $C'$ は小さな値をとる。したがって、【仮説3-2(a)】は、以下のように書き換えられる。

**【仮説3-3】** 相互協調は、灌漑用水の供給量が適度に不足している集落で促進される。用水が過度に不足しているか、あるいは反対に、出役とは無関係に用水を潤沢に利用できる集落では、出役をめぐる協調行動は促進されない<sup>(10)</sup>。

次に、 $\beta$ と $\gamma$ についてであるが、前者については、

$$\beta = \frac{y^+}{y^-} = \frac{f[l_0, C(L_c^*)/N]}{f[l_0, C(0)/N]}$$

であり、他の条件を一定とすれば、 $\beta$ は $L_c^*$ の増加関数となる。つまり、「ただ乗り」する者の数が少ないほど、「ただ乗り」する者の便益は大きくなる。ここで、「ただ乗り」する者の割合が集落内で一定であれば、 $L_c^*$ は $N$ の増加関数となる。また、農家戸数（ $N$ ）が多い集落ほど、出役の最小必要量が容易に確保されるとすれば、 $C(L_c^*)$ と $C(L_c)$ の差が小さくなり、「ただ乗り」する者の便益は大きくなる。いずれの場合でも、 $\beta$ は $N$ の増加関数となる。一方、 $\gamma$ については、

$$\gamma = \frac{\tilde{y}}{y^-} = \frac{f[l_a^*, C(L_c^*)/N]}{f[l_0, C(0)/N]}$$

であり、同じ理由により、 $\gamma$ も $N$ の増加関数となる。以上の考察と【仮説3-2(b), (c)】から以下の仮説を得る。

**【仮説3-4】** 農家戸数（利用者数）が $\beta$ と $\gamma$ を介して相互協調の確率（ $\phi$ ）に及ぼす影響は、「ただ乗り」する者の割合や、出役の最小必要量に依存する。しかし、農家戸数の変化がこの2つのパラメータを介して $\phi$ に及ぼす影響は、相反する方向に作用するため、理論的には確定しない<sup>(11)</sup>。

最後に、相互協調に至る動学的な過程について考えてみよう。第1図に明らかとおり、 $\lambda$ を所与とすれば、収束過程は始点（ $t=0$ ）における協調確率（ $x_0$ ）に依存する。つまり、プレーヤーによって選択される究極の戦略は、経路依存的（path dependent）であるといえる<sup>(12)</sup>。そして、 $x_0$ が $[0, 1]$ を一様に分布するのではなく、1に接近しているほど、相互協調が実現する確率は高まる。Aoki（2001）は、共同体の社会的交換のドメインで作用している制裁が、信用ある脅し（credible threat）として機能すれば、たとえ「ただ乗り」の誘因が存在しても、相互協調が促進されると述べている<sup>(13)</sup>。共同作業の機会が多いコミ



ユニティーでは、灌漑施設の維持・管理労働に対する「ただ乗り」が、別の機会で処罰されるというのである。こうしたメカニズムが効果的に機能すれば、ゲームの開始時点ですでに  $x$  が大きな値をとっているため、相互協調が安定戦略として実現しやすい。

一方、Sugden (1984), Bardhan (1993a), Baland and Platteau (1996), Alesina and La Ferrara (2000), Ostrom (2000a) は、集落の社会的な属性が協調行動を規定することを実証的に明らかにした。具体的には、集落内における宗教、民族、階層の相違といった社会的異質性 (social heterogeneity) は協調行動を阻害する。反対に、社会的同質性 (social homogeneity) が確保され、名声 (reputation) が重要な規範とみなされる社会では、協調扶助の精神が醸成されやすい。つまり、そうしたコミュニティでは、相互協調が成立する確率がそもそも高いと予測されるのである。以上の考察から次のような仮説を得る。

**【仮説 3 - 5】** 共同作業の機会が多い集落や、社会的な同質性が確保されているコミュニティほど、相互協調は起こりやすい。

### 3. データ

前節で提示された仮説の検証は、筆者が中国雲南省昆明市西山区で収集したデータを用いて行う。西山区は2つの鎮、4つの郷（うち3つが民族郷）から成る行政区で、農村には57の村民委員会の下に、494の自然村（集落）が形成されている。2003年現在、区の総人口は63万人（約半数が戸籍人口）、うち農村人口は13万人、総面積は1053km<sup>2</sup>、耕地面積は6,857ヘクタールである。雲南省の demographic な特徴は民族の多様性にあるが、省都である昆明市も例外ではなく、市中心部は多くの民族自治県・郷（鎮）に囲まれている。2003年における第一次産業のGDP比率は、西山区平均で10%以下であり、農民1人当たりの年間純収入は、4,175元と省平均の1,697元、全国平均の2,622元をも上回る（『雲南統計年鑑2004』、『中国統計年鑑2004』）。兼業機会に恵まれ、比較的裕福な地区であるといえるが、後に示すとおり、調査対象となった農家の平均収入は、これよりもはるかに低く、家計間には著しい経済格差が存在する。

われわれは2005年に西山区政府、雲南省社会科学院の協力を得て、当地で調査票を用いての聞き取り調査を実施した。2004年から2005年にかけて実施された事前調査により、灌漑施設（水路、ため池等）の保全・管理を司る最小の単位は集落であることが判明した<sup>(14)</sup>。そこで、都市部を除く2つの郷（團結彝族白族郷、谷律彝族白族郷）と2つの鎮（碧鷄鎮、海口鎮）の中から、104の集落をランダムに選び出し、これらを調査の対象とした。なおサンプルとなった集落は、上記郷鎮政府下にある35の村民委員会から漏れなく抽出されている<sup>(15)</sup>。郷鎮の特徴を簡単に述べると、團結郷、谷律郷は、稲作よりも畑作を中心とする山岳の農村地帯である。一方、碧鷄鎮、海口鎮は昆明市の水瓶である滇池の西岸に位置し、2つの郷に比べ農村工業の発展も著しく、市中心部へのアクセスも良好である。当地の主要農産物としては、トウモロコシ、米、小麦、野菜、空豆等であるが、水不足を理

第3表 集落の一般的状況

	団結郷	谷律郷	碧鷄鎮	海口鎮
標本集落数	30	23	20	31
以下, 集落の平均値と標準偏差				
農家戸数	99 (89)	37 (19)	153 (120)	127 (64)
車による郷(鎮)庁まで到達時間(分)	47 (38)	32 (18)	29 (18)	21 (15)
小学校までの通学距離(km)	3.1 (3.1)	3.9 (3.3)	1.6 (1.8)	2.1 (1.7)
農業GDP比率(%)	61 (27)	82 (19)	68 (28)	62 (27)
農民1人当たり純収入(元)	2430 (897)	1969 (228)	2010 (750)	2433 (921)
1戸当たり耕地面積(畝)	6.3 (3.7)	3.7 (1.3)	2.5 (1.8)	4.2 (2.7)
人民公社解体後の換地回数	2.2 (1.2)	2.5 (1.2)	2.6 (1.2)	1.9 (0.9)
ジニ係数	0.38 (0.22)	0.39 (0.23)	0.48 (0.13)	0.51 (0.11)
水田面積割合	0.18 (0.31)	0.49 (0.26)	0.57 (0.35)	0.31 (0.29)
農業用水の不足の程度	2.23 (0.92)	2.00 (0.93)	1.74 (0.96)	1.94 (0.95)
分水ルールへの遵守	2.83 (0.37)	2.80 (0.40)	2.41 (0.60)	2.76 (0.43)
出役ルールへの遵守	2.58 (0.49)	2.74 (0.44)	2.40 (0.49)	2.34 (0.48)
用水利用の総合評価	2.57 (0.25)	2.53 (0.22)	2.35 (0.46)	2.50 (0.40)
1戸当たり年平均出役回数	7.8 (9.7)	5.5 (1.9)	5.7 (2.9)	6.0 (4.7)
1戸当たり年平均出役日数	7.1 (10.1)	4.4 (2.6)	5.9 (3.8)	4.8 (4.1)
以下, 集落数				
主要な水源がため池である	19	6	7	10
湧き水である	4	9	0	1
湖である	0	0	8	4
漢族が主要な民族である	12	3	15	27
村内に農業以外の就業機会がある	16	8	16	31
村民委員会に水管理人がいる	26	23	18	29
村民小組に水管理人がいる	22	22	16	25
地形が原因で水を平等に配分できない	19	9	11	16
分水ルールがある	18	19	17	25
分水ルールを取り締まる番人がある	5	10	8	12
出役の出不足金を徴収する	4	6	9	2
出役に報酬を支払う	5	3	8	14
灌漑・森林保全以外の集団行動がある	10	13	3	3
渇水期に犠牲田をつくる	8	9	3	4

注(1) 括弧内が標準偏差。(2) 変数の定義は本文を参照。

由として、米をまったく栽培できない集落が37あり、それらのほとんどが団結郷、谷律郷に集中している。

第3表は、調査結果にもとづいて、集落の状況を郷鎮ごとに整理したものである。なお、インタビューの回答者は、村民小組長、副長あるいは自然村のリーダーである。同表より、集落の戸数は郷に比べて鎮の方が多く、郷・鎮庁、小学校へのアクセスも良好であることが分かる。しかし4地区ともに、農業のGDP比率は西山区の平均値よりもはるかに高く、農民1人当たり純収入は区平均値を大きく下回る。農家1戸当たりの耕地面積としては、2.5~6.3畝（区平均値は2.5畝、1畝=1/15ヘクタール）であり、碧鷄鎮以外は区平均値を上回る。各集落は人民公社の解体後に1.9~2.6回の換地を実施しており、すべての集落がその目的として農業所得の均等化を挙げている<sup>(16)</sup>。しかし、家屋資産の集落内分布から計算されるジニ係数は0.38~0.51と比較的高く（ジニ係数の計算方法については補論Iを参照されたい）、とくに、郷よりも鎮の方が資産の集落内格差が大きい。後に述べるとおり、この原因は、非農業就業機会の有無にあると考えられる。水田面積割合の平均値はいずれも50%を下回っているが、碧鷄鎮、海口鎮の一部集落では、滇池からのポンプ灌漑を利用した米作が盛んである。

「農業用水の不足の程度」は、回答者の自己評価（1=毎年十分、2=偶に不足、3=毎年不足）の平均値である。値が大きいほど、水不足が深刻であることを意味する。「分水・出役ルールの遵守」についても同様であり（1=悪い、2=普通、3=良い）、値が大きいほど、ルールはよく守られている。「用水利用の総合評価」には、配水のローテーション、配水計画の実効性、水利用の効率的利用、配水に対する信頼感（ $X_1$ ）、配水に関する問題の有無が含まれ、スコアはルールと同じ選択肢番号の平均値である。つまり、値が大きいほど、評価は高い。第3表に明らかなおとおり、水不足は碧鷄鎮、海口鎮に比べて団結郷、谷律郷でより深刻であるが、分水・出役ルールの遵守の程度は、2つの鎮よりも2つの郷の方が高く、用水利用の総合評価についても同じ傾向がみられる。灌漑施設の保全・管理に動員される出役については、団結郷が比較的多く、他の郷鎮では1戸当たり年間6~8回、延べ日数としては1戸当たり年間4~7日となっている。なお、この数字には緊急時の出役も含まれる。水利用の総合評価と、用水の利用可能量、ルール遵守、出役との関係は後に詳しく述べる。

第3表の下段の数字は、各項目に該当する集落数を表している。主要な水源としては、郷の集落がため池と湧き水、鎮の集落がため池と湖であり、表出はされていないが、補助水源をもたない集落が過半に達する。民族構成についてみると、漢族を主要な民族とする集落は郷に比べ鎮の方が多い。農業以外の就業機会は鎮の集落の方が多く、海口鎮ではすべての標本集落内にその機会がある。表が示すとおり、集落が属するほとんどの村民委員会および村民小組には水管理人が常駐している。村・小組のリーダーが管理人を兼務している場合が多く、村民小組では特殊技能をもつ者が任命されることもある。とくに小組の管理人には、ポンプの修理、分水の決定、配水の監視、水路の浚渫、水利費の徴収といったあらゆる仕事が割り当てられており、働きの良否が彼らの報酬、任免に影響する場合は

多い。農民の管理人への依存度は高く、約8割の集落で各農家が行っている水路の管理を彼らに委託したいと考えている。

配水についてみると、谷律郷以外では、過半数の集落で地形を原因として水の平等分配に問題が生じている。また、全体の6割以上の集落に分水ルールがあるが、分水ルールを取り締まる番人を置いている集落は半分にも満たない。出役の出不足金を徴収している集落は、碧鷄鎮以外は非常に少なく、全体の5分の1程度であるが、出役に報酬を支払っている集落は30に及び、その割合は郷よりも鎮の方が高い。他就業機会が郷よりも鎮の集落に多く、農業労働の機会費用が後者で強く意識されていることの反映であると考えられる。最後の2つの項目、すなわち、「灌漑・森林保全以外の集団行動」および「渇水期に犠牲田をつくる」は、出役以外の共同作業に関係する。前者は集落内の道路補修がおもな作業内容である。後者は渇水期に集落の収穫が全滅するのを避けるための工夫であり、明らかに、こうした取り組みは鎮よりも郷の集落の方が積極的である。

#### 4. 分析結果

##### (1) 用水利用の自己評価とルールの遵守

第4表は配水の状態、分水・出役ルールの遵守、水利用の自己評価に関するクロス集計の結果である。まず、水の過不足と配水の関係であるが、水が毎年不足する46の集落のうち、35で平等配水ができないと答えており、毎年十分に供給される44の集落のうち、31で平等配水ができると答えている(第4-1表)。要するに、配水に関する公平性の確保は集落で利用できる水の絶対量に強く依存する。同様に、毎年水が十分に供給されている集落では、利用者の配水に対する信頼度が高く、反対に水不足が深刻な集落では、その信頼度はきわめて低い(第4-2表)<sup>(17)</sup>。第4-3表に示すとおり、水不足が深刻な集落では、総合評価が相対的に低く、そうでない集落では、平均以上の評価が与えられている。いいかえれば、配水に関する利用者の評価は、利用可能な用水量という物理的な特性に大きく依存している。もちろん、そうした自然の制約を克服し、人知によって水を有効に利用しようとする取り組みがなされていることは想像に難くない。

第4-4表からは、分水・出役ルールを遵守している集落ほど、用水利用の総合評価も高いという関係がみてとれる(ルール遵守の指標とは、分水、出役という2つのスコアの平均値である)。つまり、利用者がルールを遵守することで、水利用のパフォーマンスは向上する。ただし、ルール遵守も水利用の総合評価も、回答者の主観を反映しているにすぎず、客観性を欠いているという批判は、ある程度正鵠を得たものである。ルールに関して付言すると、分水ルールを破った者への制裁は、どの集落でもきわめて軽微であり、調査結果によれば、1つの集落が「金銭の支払い」と回答しているが、「労務・物品の提供」などは皆無であり、多くが「口頭による注意」と答えている。Tang (1992, p. 104) の指摘によれば、ルールの合法性や重要性が認識されている社会ほど、ペナルティーは軽微なものとなりやすい。

第4表 クロス集計の結果

第4-1表 (98) $p$ 値=3.0E-04		集落内の平等配水	
		できない	できる
農業用水の供給	毎年不足	35	11
	偶に不足	6	2
	毎年十分	13	31

第4-2表 (94) $p$ 値=6.6E-07		配水に対する信頼感	
		なし	ある
農業用水の供給	毎年不足	28	10
	偶に不足	6	3
	毎年十分	6	41

第4-3表 (95) $p$ 値=9.2E-04		用水利用の総合評価	
		平均以下	平均以上
農業用水の供給	毎年不足	25	14
	偶に不足	5	4
	毎年十分	9	38

第4-4表 (95) $p$ 値=2.2E-03		用水利用の総合評価	
		平均以下	平均以上
分水・出役ルールの遵守	平均以下	28	21
	平均以上	12	34

第4-5表 (90) $p$ 値=1.4E-04		用水利用の総合評価	
		平均以下	平均以上
過去5年間に水紛争の仲裁を上級政府に依頼したことがある	ない	24	52
	ある	12	2

注(1) 括弧内は回答のあった集落数を表す。(2) 用水の分配では、地形を原因として集落内に水を平等に分配できない圃場があるか否かを訊ねた。

第4-5表は、総合評価と集落の問題解決能力の関係をみたものである。総合評価が平均以上である54の集落のうち、水紛争の解決に上級政府の仲裁を仰いでいるのは、わずかに2つであるのに対し、総合評価が平均以下である36の集落のうち、3分の1は上級政府に仲裁を仰いでいる。やや大胆に推察すれば、この因果関係は双方向であり、水利用のバ

第5表 水利用の総合評価に関する回帰式の推計結果

	(a)	(b)	(c)
	OLS	OLS	Probit
切片	1.879*** (8.36)	1.899*** (8.10)	-1.189 (-0.65)
用水不足の程度	-0.172*** (-7.11)	-0.176*** (-7.07)	-1.014*** (-4.03)
農業 GDP 比率	0.177** (2.01)	0.141 (1.58)	1.402* (1.80)
上級政府への仲裁依頼	-0.183** (-2.41)	-0.197*** (-2.52)	-1.291** (-2.08)
村民小組水管理人の人数	-0.052** (-2.39)	-0.045** (-2.00)	-0.510** (-2.02)
分水ルールへの遵守	0.218*** (3.31)	0.220*** (3.23)	—
出役ルールへの遵守	0.119** (2.45)	0.129** (2.50)	—
ルールへの遵守	—	—	1.265** (2.22)
出役回数	0.940*** (2.68)	—	—
出役日数	—	0.604* (1.68)	3.090 (0.56)
標本サイズ	72	72	74
対数尤度	23.01	20.72	-28.38
Adj. $R^2$	0.62	0.60	0.49
予測的中率	—	—	0.82

注(1) 括弧内は  $t$  値を表す。(2) \*, \*\*, \*\*\*はそれぞれ 10%, 5%, 1%水準で有意であることを意味する。

パフォーマンスが悪いことを原因として問題の自己解決能力を失ったか、あるいはその反対に、上級政府への過度の依存により、パフォーマンスが低下したかのどちらか、あるいは両者であろう。

第5表は、用水の総合評価を被説明変数とする回帰式の推計結果である。推計方法としては、OLS と Probit モデルを用いた。Probit モデルの被説明変数は、総合評価が平均以上であれば1、平均以下であれば0とする binary なものである。すでに述べたとおり、水利用の総合評価およびルール遵守は、値が大きいほど良好であり、用水の過不足は値が高いほど、水不足が深刻な状態にあることを意味している。上級政府への仲裁依頼については、上記の理由により内生性が疑われる。そこで、仲裁依頼を被説明変数とする回帰分析を行い（推計結果については補論IIと補表1を参照されたい）、そこから計算される predicted value を説明変数として用いた。表示は割愛するが、郷鎮の fixed effects、水源の相違は、いずれの推計式でも有意ではない（10%水準）。推計式の当てはまりはどれも良好である。

推計結果によれば、用水不足が深刻な集落ほど総合評価が低く、推定値の有意性はきわめて高い。つまり、灌漑の物理的特性は配水のパフォーマンスを規定する重要な要素であるといえる。農業の GDP 比率が高い集落ほど、総合評価は高いけれども、計測結果(b)の有意性が低い。上級政府への仲裁依頼の推定値はマイナスであり、有意性は高い。Lam (1996)は官僚的な介入を排除し、問題の解決を自治組織に委ねる方が、灌漑のパフォーマンスは高く維持されると主張する。われわれの推計結果はこうした議論と矛盾しない<sup>(18)</sup>。

水管理人の人数は有意にマイナスであるが、彼らが集落で果たしている役割を勘案すれば、期待に違ふ結果である<sup>(19)</sup>。ルール遵守の推定値はプラスであり、高い有意性を示している。つまり、ルールが遵守されている集落ほど、水利用の総合評価も高い。計測式(c)の Probit モデルでも、同様の結果を得た。出役回数と出役日数については、計測式(c)の有意性が低いけれども、回帰係数の符号はプラスである。要するに、1戸当たりの出役頻度が高い集落ほど、総合評価のポイントも高い。

## (2) 出役の決定要因

水利用の総合評価に関する分析は、ルール遵守の程度が高く、出役回数が多い集落ほど水利用のパフォーマンスが良好であることを示唆している。ルール遵守の決定因を明らかにすることは、重要な実証研究のテーマであるが、有効な理論モデルを提示するには至っておらず、補論Ⅲで試論を展開した。以下では、第2節で提示された仮説を念頭に置きながら、出役の規定要因を明らかにする。議論の出発点として、2つのことを確認しておきたい。1つは、農家間の協調が不完全であれば、出役は集落の最適水準に比べて過小になるという【仮説1】に関係する。これを検証することは、データの制約により困難であったため、以下では【仮説1】を前提として、1戸当たりの出役回数が多い集落ほど、農民は協調的に行動していると仮定する。

もう1つは、出役ルールについてである。われわれの調査によれば、出役義務は基本的には(7)式に従っており、個々の農家が使用する用水量とは無関係である。一般に、灌漑施設を良好な状態に保全・管理するためには、こうした平等ルールよりは応益ルールの方が効率的であると考えられている。しかし、応益ルールを適用するためには、受益者の分布に関する情報を知る必要があり、この費用が便益を上回れば、この原則は正しくない(Tang, 1992)<sup>(20)</sup>。また、出役ルールが(7)式に従う限り、出役の負担について所得・資産効果は作用しない。つまり、灌漑サービスを他者よりも多く享受できる農家が、仮に存在するとしても、彼らが施設の保全・管理義務(費用)を、その便益に応じて負担することはあり得ないのである。

以下の回帰式分析では、1戸当たりの出役回数(日数)を非説明変数としたが、そのなかには、回数(日数)ゼロのオブザベーションも含まれる。こうしたデータに最小2乗法(OLS)を適用すれば、推定パラメータはバイアスを持つことが知られている(Greene, 2003)<sup>(21)</sup>。そこでここでは、Tobitモデルが用いてバイアスの軽減に努めた。出役回数については、その内容に応じて3種類の変数を用いた。すなわち、集落内の水路およびパイプラインの清掃と修理に動員された出役回数(出役1)、これにため池清掃に動員された出役回数を加えたもの(出役2)、緊急時の出役回数(出役3)である<sup>(22)</sup>。出役1と出役2の差は小さく(つまり、ほとんどが水路およびパイプラインの清掃と修理に動員された出役である)、サンプル平均でみると、出役1と出役3はほぼ同数である。

第6表が推計結果である。最初に、説明変数から除外された変数について述べておこう。まず、郷鎮の fixed effects、水源の相違はいずれの推計式でも有意ではなかった。次に、「配

第6表 出役回数に関する回帰式の推計結果

	(a)		(b)		(c)	
	水路		水路とため池		緊急時	
切片	1.105	(0.44)	1.741	(0.63)	2.708**	(2.36)
非農業就業機会	-2.786**	(-2.07)	-2.440*	(-1.67)	0.342	(0.50)
ジニ係数	-5.757**	(-2.02)	-5.790*	(-1.83)	-1.974	(-1.54)
換地回数	1.625***	(3.48)	1.343***	(2.62)	0.077	(0.37)
用水不足の程度	-1.105**	(-2.05)	-1.197**	(-2.00)	-0.359	(-1.29)
農家戸数	4.194**	(2.50)	4.382**	(2.37)	1.215	(1.50)
農家戸数 <sup>2</sup>	-0.740*	(-1.80)	-0.715	(-1.60)	-0.272	(-1.41)
出役以外の共同作業	1.527	(1.29)	2.208*	(1.69)	-0.152	(-0.27)
第2民族構成比	-0.041	(-0.80)	-0.054	(-0.97)	0.009	(0.38)
1戸当たり耕地面積	0.344*	(1.73)	0.276	(1.27)	-0.023	(-0.25)
過去10年間の旱魃回数	—		—		0.216**	(2.11)
施設の使用年数	—		—		0.015	(1.55)
シグマ	4.636***	(13.42)	5.019***	(13.42)	2.036***	(12.01)
標本サイズ	90		90		86	
対数尤度	-265.76		-272.90		-175.18	
McFadden $R^2$	0.08		0.12		0.21	

注(1) 括弧内は  $t$  値を表す。(2) \*, \*\*, \*\*\*はそれぞれ 10%, 5%, 1%水準で有意であることを意味する。

水に対する信頼感」(第4-2表)についてである。水利用に関する協調行動は、便益と費用の関係に帰着するから、配水に対して強い確信を持たない利用者は、自らの労力を投じて施設を保全・維持する誘因を持たない。Ostrom (1990), Runge (1992), White and Runge (1994), Gaspart et al., (1998)が指摘するように、配水に対する強い確信の形成は、協調行動を促す重要なファクターとなる。しかし、この変数 ( $X_1$ ) の推定値は正ではあったが  $t$  値は低く、ゼロと有意差を持たない。次に、集落の経済水準と協調行動の関係についてである。Molinas (1998), La Ferrara (2002)によれば、貧困集落の農民ほど共有地に対する依存度が高く、資源保全のメリットも大きいから、そうした集落ほど相互協調が成立しやすい。しかし、われわれのデータに関していえば、農民一人当たり純収入は有意ではなかった。最後に、制裁金(出不足金)の効果については、無回答集落が多く、実証には至らなかった<sup>(23)</sup>。第6表の推計式にはこれらの変数は含まれていない。最初に、計測式(a)と(b)に注目しよう。

非農業就業機会(就業機会がある=1, ない=0)の推定値は有意にマイナスであり、**【仮説2】**は強く支持されると考えてよい。市場経済の浸透やそれともなう農業労働力の流出が協調行動を阻害する点については、論者の間で意見が一致している(Baland and Platteau, 1996, p. 282)。



ジニ係数の推定値はマイナス、換地回数の推定値はプラスである。ジニ係数の2乗項を追加して再推計したが、有意な結果は得られなかった。したがって、Dayton-Johnson and Bardhan (2002)が示したような、協調行動と経済格差の curve-linear な関係は否定された。換地の目的は請負耕地面積の農家間格差を調整し、所得の均等化を図ることあるから、換地を多く実施している集落ほど、農業所得の平等な分配に配慮しているといえる。換地には平等配水を達成するという目的も含まれるから (Wade, 1988a; Quiggin, 1993), 換地回数の多い集落ほど、所得は平等に分配されていると考えられる。2つの回帰係数は、富の平等化が出役を促すという【仮説3-1】を強く支持しており、Bardhan (1993b), Alesina and La Ferrara (2000)の実証結果と一致する。一方、Olson (1965), Wade (1988a)は、所得格差が小さい場合よりも、むしろ大きい方が、相互協調が促進され、農村の共有資源は良好な状態に維持されると主張する。2つの見解は鋭く対立するが、後者では応益ルールが前提となっている。つまり、協調行動から多くの便益を得る者(富裕者)が、他者(貧困者)の費用をも負担するという、パトロン=クライアント (patron-client) が成立しているのである。西山区の集落では、土地請負面積が農家間で公平に配分されており、既述のとおり、出役義務にも平等ルールが適用されているから、所得・資産効果が働く余地が存在しない。

用水の過不足の推定値はマイナスで有意である。これは水不足が深刻である集落ほど、出役回数が少ないことを意味しており、【仮説3-3】と矛盾しない。水不足は協調行動の欠如が原因ではなく、専ら自然・地形条件に起因するので、推計における内生性は問題とはならない。なお西山区内では、灌漑用水が過剰に供給されている集落は皆無であるから、配水と協調行動が逆U字型の関係で結ばれることはあり得ない。

農家戸数は原単位を100分の1倍したものとその2乗項を回帰式の説明変数とした。推計結果から、農家規模がおよそ300戸の集落で、1人当たりの出役回数が最大となることが分かった。戸数が300以上の集落は5つにすぎないから、農家戸数が分布している大部分の範囲で、出役回数は戸数の増加関数となる。【仮説3-4】によれば、集落規模と出役の関係は理論的にも判然としないけれども、Agrawal and Goyal (2001)は、「ただ乗り」者の排除不可能性とモニタリングの規模の経済を考慮すれば、集落戸数と協調行動が逆U字型の関係で結ばれることを示した。われわれの推計結果は、彼らの仮説と矛盾しない。

出役以外の共同作業の変数とは、灌漑サービスおよび森林保全の出役以外の共同作業の有無(ある=1, ない=0)を意味しており、作業の内容についてはすでに述べた。推計式(a)では有意性が低いけれども、(b)では10%水準で有意であり、【仮説3-5】と矛盾しない。一方、同仮説の社会的同質性についてであるが、ここでは、第2民族の構成比率が低い集落ほど、同質性が確保されていると考えた。通説に従えば、社会的に異質なコミュニティでは、規範や互助の精神を共有したり、相手の行動を予見したりすることが難しく、多くの局面でコーディネーションの失敗(coordination failure)が発生しやすいと考えられている(Bardhan, 1993a; Ostrom, 2000)。マイナスの符号はこうした通説や【仮説3-5】と一致するが、推定値の有意性は低い。

1戸当たり耕地面積については、計測式(b)の有意性が低いが、推定値は正である。これ

は単純な規模効果の現れと考えられるが、出役の誘因は、農地市場の競争条件、貸借期間、更新の可能性にも依存すると思われる<sup>(24)</sup>。中国では、原則としてすべての農民に 30 年の耕作権（農地請負権）が与えられているが、道路・公共施設の建設、企業誘致によって農地没収の可能性が高まれば、出役に対する農民の誘因は低下するかもしれない<sup>(25)</sup>。調査集落のうち、ちょうど半分の集落で、過去 10 年間に農地面積が減少しており、耕作権を失う農民が増加している。

最後に、緊急時の出役についてであるが、いくつかのパラメータが推計式(a), (b)と異なる符号を示しており、ほとんどの推定値は統計的に有意ではない。推計式(c)では、新たな説明変数として、過去 10 年間の早魃の回数と灌漑施設の使用年数を加えた<sup>(26)</sup>。年数については、施設の老朽化により故障の発生頻度が高まると予想される。辛うじて早魃回数が有意に正であり、年数の有意性は低い。緊急時の出役が突発的な要因に左右され、経済的、制度的な要因とは無関係であることという事実は、十分に首肯し得る。

## 5. 結論

市場機構の作用が弱く、政府介入の余地も少ない共同体では、それを構成するメンバー間の相互作用が経済活動のパフォーマンスを規定する。これはまさにゲーム論が想定する世界にはほかならない。実際に、本稿の考察は、進化ゲーム理論が、集団の行動原理を理解する上できわめて有用な概念であり、そこから導き出された仮説が共有地問題の争点と深く関わっていることを示唆している。具体的には、利用者間で相互協調が成立し、共有資源が良好な状態に保全・管理される確率は、集落内に非農業就業機会が乏しく、利用者間の所得格差が小さく、資源の制約が適度にシビアで、共同体の中に様々な社会的交換ゲームが存在する場合に上昇する。反面からいえば、これらの条件を満たさないコミュニティーでは、「囚人のジレンマ」が発生しやすく、共有資源の保全・管理は悲劇的な結末を迎える可能性が高い。

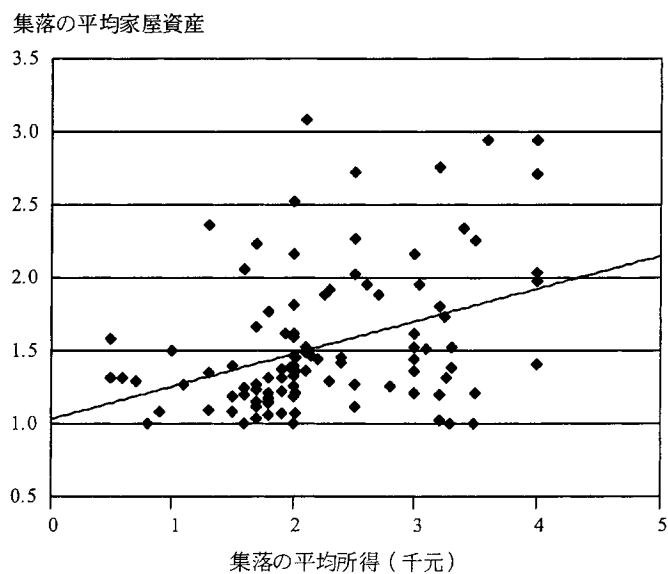
本稿の分析は、筆者が中国雲南省昆明市で独自に収集したデータをもとに、当地の灌漑を対象として行った。ここでわれわれは協調性の測定という実証上の問題に直面した。先行研究では、ルールへの遵守、協調行動の自己評価、資源の保全状態、資源の保全・管理労働（出役）などが用いられているが、その根拠はきわめて薄弱である。われわれは資源利用者の行動原理に立ち返り、出役を協調行動の指標とみなすことが適当であると判断した。協調的な共同体ほど、集団による資源の保全・管理活動に「ただ乗り」する個人のインセンティブが抑制され、管理労働は社会的に最適な水準に接近すると考えたからである。

計量分析の結果は上記の仮説をほぼ肯定するものであった。水不足が深刻で、農民間の資産格差が大きく、所得均等に配慮していない（資産保有のジニ係数が高く、換地回数が少ない）集落ほど、個人の出役頻度は低い。また、灌漑施設の保全・管理活動への農民参加は、共同作業を行う機会が多い集落ほど積極的である。出役と集落規模（利用者数）の関係は理論的には確定しないけれども、実際には、両者は逆U字型の関係で結ばれている。

共同体を取り巻く外部環境も協調行動に重大な影響を及ぼしている。たとえば、兼業機会の発生は出役頻度を減少させる。耕地面積と出役回数との正相関は、単純な規模効果の現れと解釈されるが、農地の没収によって耕作権が不安定化すれば、農民の出役に対する誘因は低下するかもしれない。なお、水利用のパフォーマンスは、上級政府への依存度が高く、水管理人が多く常駐している集落ほど低く、ルール遵守の程度が高く、出役頻度が高い集落ほど高い。ただし、ルール遵守に関する本稿の分析は試論にとどまっている。

### 補論Ⅰ ジニ係数の計測

ジニ係数を計測するためには、家計に関する悉皆調査が不可欠であるが、われわれは中国の農村で家屋が重要な資産である点に注目し、集落調査から必要なデータを収集した。具体的には、泥造り、1階家屋、2階家屋、3階家屋の戸数を各集落で聞き取り、それぞれの家屋に適当な資産価値を与えジニ係数を計算した。補図1は集落の平均所得と家屋資産の関係を表している。弱いながらも正の相関がみとれる。



補図1 平均所得と家屋資産の関係

### 補論Ⅱ 上級政府への仲裁依頼の決定要因

補表1は、上級政府への仲裁依頼（1＝仲裁あり、0＝なし）に関する Probit モデルによる推計結果である。紙幅の都合で多くを述べることはできないが、灌漑施設に対する評価が低く、その補修等について上級政府からの財政的な支援を受けている集落は、仲裁を上級政府に依頼する傾向が強い。

補表1 上級政府への仲裁依頼に関する回帰式の推計結果

	Probit	
切片	4.725	(1.06)
農地の傾斜	-1.571*	(-1.65)
第2民族構成比	-0.548**	(-2.22)
識字率	-0.222**	(-2.47)
村内水路・パイプラインの年齢	-0.128**	(-2.75)
村内水路施設の評価	4.154**	(2.08)
灌漑施設に対する上級政府の財政援助	3.889**	(1.97)
近隣村との分水ルールの有無	6.111**	(2.18)
分水ルールを破った者の有無	1.547*	(1.74)
標本サイズ	75	
対数尤度	-8.30	
Adj. R <sup>2</sup>	0.77	
予測的中率	0.95	

注(1) 括弧内はt値を表す。(2) \*, \*\*, \*\*\*はそれぞれ10%, 5%, 1%水準で有意であることを意味する。

(3) 「農地の傾斜」とは、1=急傾斜、2=傾斜、3=なだらか。「村内水路施設の評価」とは、1=満足、2=要補修、3=要大規模補修。「灌漑施設に対する上級政府の財政援助」とは、1=まったくない、2=多少ある、3=十分ある。「近隣農村との分水ルールの有無」および「分水ルールを破った者の有無」では、ある場合が1、ない場合が0。

### 補論III ルール遵守に関する回帰分析の結果

補表2は分水ルール、出役ルールに関する回帰分析の結果である。説明変数の選択は推定値の有意性を基準としたため、恣意的な特定化となっている。本文で言及していない変数についてであるが、「圃場分散度」とは農家が集落内に保有する圃場の数であり、値が大きいほど分散度が高い。「水利に関する意見集約」とは、配水に関して農民の意見をどの程度聞いているかを表す変数であり、値が大きいほど意見の集約度が高い。

分水ルールの遵守に関しては、ルール自体が存在しない集落があるため、計測式(b)では、サンプル・セレクション・モデルを用いて、こうした集落の存在がもたらす推定バイアスに配慮した。計測式(a), (c)はプロビット・モデルによる推計結果である。分水、出役ルールに共通する説明変数の符号はすべて同じであるが、農業のGDP比率については、期待とは異なりマイナスである。圃場分散度が高い集落ほど、ルールが遵守されないことを示しているが、その実態的な解釈としては、圃場の分散化とともにモニタリング・コストの上昇が考えられる(ただし、分水ルールと取り締まる番人の有無を表すダミー変数は有意ではなかった)。上級政府への仲介依頼については、本文で指摘したとおり、因果関係が逆である可能性がある。分水ルールに関しては、非農業就業機会、農地減少傾向の係数はマ

イナス、渇水期の犠牲田、意見集約の係数はプラスである。つまり、市場経済化の進展が著しい集落では、ルール遵守の程度が低く、反対に、犠牲田を設けたり、農民の意見を積極的に集約したりする集落では、分水ルールがよく守られている。一方、出役ルールに関しては、平等配水ができず、農家戸数が多く、バイクの所有台数が多く、換地回数の多い集落では、ルールは遵守され難く、反対に、水田面積割合が高く、協調行動が活発な集落では、ルールが遵守されやすい。変数の選択はアドホックであるが、回帰式の説明力は非常に高い。

補表2 ルール遵守に関する回帰式の推計結果

	(a)		(b)		(c)	
	分水ルール		分水ルール		出役ルール	
	Probit		Sample selection		Probit	
切片	8.151*	(1.79)	0.905***	(3.12)	17.834***	(2.96)
農業 GDP 比率	-4.810***	(-2.84)	-0.478***	(-2.86)	-8.341**	(-2.50)
上級政府への仲介依頼	-10.328***	(-2.73)	-0.639***	(-6.42)	-5.413***	(-2.88)
圃場分散度	-1.109***	(-2.75)	-0.049**	(-2.02)	-0.722*	(-1.83)
農地減少傾向	-4.661**	(-2.54)	-0.227***	(-2.61)	-2.101**	(-2.40)
非農業就業機会	-5.119**	(-2.16)	-0.369***	(-3.58)	-3.862**	(-2.40)
用水の過不足	0.8E-02***	(2.75)	0.3E-3*	(1.78)	—	
渇水期の犠牲田	4.663**	(2.29)	0.150	(1.60)	—	
水利に関する意見集約	2.228*	(1.78)	0.255***	(2.59)	—	
集落内の平等配水	—		—		-1.847*	(-1.94)
農家戸数	—		—		-1.329*	(-2.08)
バイク保有台数	—		—		-0.078**	(-2.54)
水田面積割合	—		—		5.083**	(2.18)
換地回数	—		—		-1.359***	(-2.87)
灌漑・森林以外の集団行動	—		—		2.107**	(2.17)
標本サイズ	78		82		81	
対数尤度	-14.24		-23.68		-12.22	
Adj. R <sup>2</sup>	0.70		—		0.80	
予測的中率	0.91		0.85		0.94	

注(1) 括弧内はt値を表す。(2) \*, \*\*, \*\*\*はそれぞれ10%, 5%, 1%水準で有意であることを意味する。

## 〔注〕

- (1) Agrawal (2001, p. 1657)は、分析者が過度に地域性に固執したため、共有資源の保全・管理に影響を及ぼす一般的な要因の解明が疎かにされたと述べている。
- (2) Agrawal (2001)は、協調行動を規定する説明変数を網羅し、その関係を論じているが、被説明変数に関する言及がほとんどない。Bardhan (2000)は、共同体による灌漑管理をテーマとする代表的な研究であるが、そこで用いられている協調行動の指標は、資源管理の quality index, 分水をめぐる紛争, ルールの遵守である。また, Dayton-Johnson (2000)でも、3種類の quality index が用いられている。しかし、これらが適切な指標であるという根拠は、何も示されていない。一方, Fujiie et al. (2005)では、協調行動の指標として、水路の共同清掃, 作付計画, 配水ローテーション, 組織的な監視が用いられており、その根拠が述べられている。
- (3) Bardhan (1993b), Baland and Platteau (1996)は、共有地問題に対する進化ゲーム理論の有用性を指摘しているが、モデルの構築には至っていない。共有地問題に進化ゲーム理論を適用した例としては, Sethi and Somanathan (1996)を挙げる事ができる。
- (4) この問題についての実証研究としては, Cardenas (2003), Jones (2004), Molinas (1998)である。
- (5) Dayton-Johnson and Bardhan (2002)の他にも, Aggarwal and Narayan (2004), Banerjee et al. (2001), Mukhopadhyay (2004)が理論モデルを示した。
- (6) (2)式は  $\partial F / \partial L_c = w$  と書き換えられるから、これより【仮説2】が導かれる。
- (7) たとえ  $L_c > 0$  であっても、 $L_c < L_c^*$  である限り、以下の議論に影響しない。
- (8) 進化ゲーム理論、再生産動学については、Weibull (1995)を参照されたい。
- (9) (13)式からペナルティーの最大値としては  $P_{\max} = 10(\beta_{\max} - \alpha_{\min})$  である。(18)式の計算ではペナルティーを  $P > P_{\max}$  に固定する。
- (10) 【仮説3-3】は、配水と協調行動が逆U字型の関係で結ばれることを示唆するが、これは Uphoff (1986), Wade (1988b), Bardhan (1995), Meinzen-Dick et al. (2002), Fujiie et al. (2005)の実証結果を理論的にサポートしている。
- (11) 利用者のグループ・サイズと協調行動の関係については論争があり, Olson (1965), Wade (1988a)は、利用者の規模が小さいほど、協調行動は促進されやすいと主張し, Marwell and Oliver (1993, p. 38)は critical mass の概念にもとづいて、そうした見解を否定する。
- (12) Fujiie et al. (2005)によれば、協調行動の可能性は過去にその経験があるか否かにも依存する。中国では人民公社の時代、個人の権限が弱く集団行動が重視されていた。標本間に分散がないため、この仮説をテストすることは不可能である。
- (13) Aoki (2002)が示すとおり、灌漑ゲームが社会的交換ゲームと連結することで、農家が出役を怠らないための誘因両立性条件が緩和される。
- (14) したがって、自然村を水利組合とみなすことが許されよう。なお中国では、郷鎮政府までが憲法で定められた行政組織であり、村民委員会以下は自治組織として位置づけられる。
- (15) 団結彝族白族郷、谷律彝族白族郷、碧鷄鎮、海口鎮には、それぞれ 10, 6, 8, 11 の村民委員会がある。村民小組と集落の関係としては、両者が一致するケース、1つの村民小組の中に複数の集落が存在するケース、1つの自然村の中に複数の村民小組が存在するケースがある。最後のケースはきわめてまれであり、標本には含まれていない。

- (16) Kung (2000)によれば、非農業就業機会が少ない集落ほど、換地の頻度は高い。同論文によれば、戸別生産請負制の導入後（人民公社解体後）の換地回数としては、全国平均で3.1回である。
- (17) 一般に、河川に比べてため池の方が、配水に対する確信の程度も高いと考えられている。しかし、われわれの調査結果からは、そのような傾向はみられなかった。
- (18) 上級政府の資金提供、所有権設定、共同体（利用者）への権限委譲、自治管理の組織化が、共有資源の保全・管理に及ぼす影響は、コモンズ研究の重要なテーマである（Grafton, 2000; Meinzen-Dick et al., 2002）。補論Ⅱの分析結果によれば、灌漑施設の建設に上級政府から財政支援を受けた集落は、施設の運営についても政府からの干渉を受けている。
- (19) 村民委員会の水管理人の人数は有意ではなかった。
- (20) Aadland and Kolin (2004)は、費用負担には多くヴァリエーションが存在すると述べている。
- (21) Murdoch et al. (2003)が指摘するように、利用者が集団行動に参加するか否かを決めた後、参加のレベルが決定することも考えられる。同論文では、こうした2段階の意志決定が考慮されている。
- (22) 出役日数を用いても推定値の符号は変化しない。出役回数を用いた方が推定値の有意性は高い。
- (23) 利用者が出役ゲームを無限繰り返しゲームとみなせば、「囚人のジレンマ」は適当な割引率の下、トリガー戦略によって回避される。したがって、出役は定住の歴史にも依存するようになる。調査集落はほとんどが100年以上の歴史をもつが、サンプル内の分散が小さいため、実証を断念した。
- (24) Gaspard et al. (1988)は、耕作面積が大きな農家ほど出役頻度が高いことを示した。なお同論文でも、土地利用権と出役の関係が論じられている。
- (25) Kung (2000)が指摘するように、換地は土地に対する私的投資の誘因を低下させるかもしれない。
- (26) この2つの変数を計測式(a), (b)に追加して再推計したが、有意な結果は得られなかった。Lam (1996)は施設の近代化によって管理労働が軽減することを示したが、われわれの標本では、そのような現象は観察されない。

## 謝辞

本研究は、科学研究費補助金基盤研究（B）「日中英における農村共有資源の開発・利用・保全に関する比較制度分析」（生源寺真一東京大学教授，平成15～17年度）の成果でもある。雲南省昆明市西山区での調査では、鄭曉雲氏（雲南省社会科学院科研組織所所長）から絶大な協力を賜った。記して感謝の意を表したい。また、調査に協力していただいた西山区の方々にも厚くお礼申し上げたい。なお、本稿で利用したデータは、藤栄剛（滋賀大学）、高橋太郎（日本学術振興会特別研究員）の両氏と共同で収集・整理したものである。

## 〔引用文献〕

- Aadland, D., and Kolpin, V. (2004) "Environmental Determinants of Cost Sharing." *Journal of Behavior & Organization* 53: 495-511.
- Agrawal, A. (2001) "Common Property Institutions and Sustainable Governance of Resources." *World Development* 29: 1649-1672.
- Agrawal, A., and Goyal, S. (2001) "Group Size and Collective Action: Third-Party Monitoring in

- Common-Pool Resources.” *Comparative Political Studies* 34: 63-93.
- Aggarwal, R.M., and Narayan, T.A. (2004) “Does Inequality Lead to Great Efficiency in the Use of Local Commons?” The Role of Strategic Investments in Capacity.” *Journal of Environmental Economics and Management* 47: 163-182.
- Alesina, A., and La Ferrara, E. (2000) “Participation in Heterogeneous Communities.” *Quarterly Journal of Economics* 115: 847-904.
- Aoki, M. (2001) *Toward a Comparative Institutional Analysis*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Baland, J.M., and Platteau, J.P. (1996) *Halting Degradation of Natural Resources: Is there a Role for Rural Communities?* New York: Oxford University Press.
- Baland, J.M., and Platteau, J.P. (1999) “The Ambiguous Impact of Inequality on Local Resource Management.” *World Development* 27: 773-788.
- Baland, J.M., and Platteau, J.P. (2003) “Economics of Common Property Management Regime.” In K.G. Mäler and J.R. Vincent eds. *Handbook of Environmental Economics*. Amsterdam: North-Holland, pp. 127-190.
- Banerjee, A., Mookherjee, D., Munshi, K., and Ray, D. (2001) “Inequality, Control Rights, and Rent Seeking: Sugar Cooperatives in Maharashtra.” *Journal of Political Economy* 109: 138-199.
- Bardhan, P. (1993a) “Symposium on Management of Local Commons.” *Journal of Economic Perspectives* 7: 87-92.
- Bardhan, P. (1993b) “Analytics of the Institutions of Informal Cooperation in Rural Development.” *World Development* 21: 633-639.
- Bardhan, P. (1995) “Rational Fools and Co-operation in a Poor Hydraulic Economy.” In K. Basu, P. Pattanaik and K. Suzumura eds. *Choice, Welfare, and Development: A Festschrift in Honour of Amartya K. Sen*. Oxford: Clarendon Press, 169-181.
- Bardhan, P. (2000) “Irrigation and Cooperation: An Empirical Analysis of 48 Irrigation Communities in South India.” *Economic Development and Cultural Change* 48: 847-865.
- Cardenas, J.C. (2003) “Real Wealth and Experimental Cooperation: Experiments in the Field Lab.” *Journal of Development Economics* 70: 263-289.
- Dasgupta, P. (1993) *An Inquiry into Well-Being and Destitution*. Oxford: Clarendon Press.
- Dayton-Johnson, J. (2000) “Determinants of Collective Action on the Local Commons: A Model with Evidence from Mexico.” *Journal of Development Economics* 62: 181-208.
- Dayton-Johnson, J., and Bardhan, P. (2002) “Inequality and Conservation on the Local Commons: A Theoretical Exercise.” *Economic Journal* 112: 577-602.
- Feeny, D. (1992) “Where Do We Go from Here? Implications for the Research Agenda.” In D.W. Bromley ed. *Making the Commons Work: Theory, Practice, and Policy*. San Francisco, California: ICS Press, pp. 267-292.
- Fujiie, M., Hayami, Y., and Kikuchi, M. (2005) “The Conditions of Collective Action for Local



- Commons Management: The Case of Irrigation in the Philippines.” *Agricultural Economics* 33: 179-189.
- Gaspart, F., Jabbar, M., Melard, C., and Platteau, J.P. (1998) “Participation in the Construction of a Local Public Good with Indivisibilities: An Application to Watershed Development in Ethiopia.” *Journal of African Economies* 7: 157-184.
- Grafton, R.Q. (2000) “Governance of the Commons: A Role for the State?” *Land Economics* 76: 504-517.
- Greene, W. H. (2003) *Econometric Analysis: Fifth Edition*. New Jersey, US: Prentice Hall.
- Gyasi, K.O. (2005) *Determinants of Success of Collective Action on Local Commons: An Empirical Analysis of Community-Based Irrigation Management in Northern Ghana*. Frankfurt am Main: Peter Lang GmbH.
- Hardin, G. (1968) “The Tragedy of the Commons.” *Science* 162: 1243-1248.
- Hayami, Y., and Kikuchi, M. (1981) *Asian Village Economy at the Crossroads: An Economic Approach to Institutional Change*. Tokyo: University of Tokyo Press.
- Jones, E.C. (2004) “Wealth-Based Trust and the Development of Collective Action.” *World Development* 32: 691-711.
- Knox, A., Meinzen-Dick, R., and Hazell, P. (2002) “Property Rights, Collective Action, and Technologies for Natural Resource Management: A Conceptual Framework.” In R. Meinzen-Dick, A. Knox, F. Place, and B. Swallow eds. *Innovation in Natural Resource Management: The Role of Property Rights and Collective Action in Developing Countries*. Baltimore and London: Johns Hopkins University Press, pp. 12-44.
- Kung, J. K-S. (2000) “Common Property Rights and Land Reallocations in Rural China: Evidence from a Village Survey.” *World Development* 28: 701-719.
- La Ferrara, E. (2002) “Inequality and Group Participation: Theory and Evidence from Rural Tanzania.” *Journal of Public Economics* 85: 235-273.
- Lam, W.F. (1996) “Improving the Performance of Small-Scale Irrigation Systems: The Effects of Technological Investments and Governance Structure on Irrigation Performance in Nepal.” *World Development* 24: 1301-1315.
- Marwell, G., and Oliver, P. (1993) *The Critical Mass in Collective Action: A Micro-Social Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Meinzen-Dick, R. Raju, K.V., and Gulati, A. (2002) “What Affects Organization and Collective Action for Managing Resources? Evidence from Canal Irrigation Systems in India.” *World Development* 30: 649-666.
- Molinas, J.R. (1998) “The Impact of Inequality, Gender, External Assistance and Social Capital on Local-Level Cooperation.” *World Development* 26: 413-431.
- Mukhopadhyay, L. (2004) “Inequality, Differential Technology for Resource Extraction and Voluntary Collective Action in Commons.” *Ecological Economics* 49: 215-230.

- Murdoch, J.C., Sandler, T., and Vijverberg, W.P.M. (2003) "The Participation Decision versus the Level of Participation in an Environmental Treaty: A Spatial Probit Analysis." *Journal of Public Economics* 87: 337-362.
- Olson, M. (1965) *The Logic of Collective Action*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ostrom, E. (1990) *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. New York: Cambridge University Press.
- Ostrom, E. (2000a) "Collective Action and the Evolution of Social Norms." *Journal of Economic Perspectives* 14: 137-158.
- Ostrom, E. (2000b) "Reformulating the Commons." *Swiss Political Science Review* 6: 29-52.
- Quiggin, J. (1993) "Common Property, Equality, and Development." *World Development* 21: 1123-1138.
- Runge, C.F. (1992) "Common Property and Collective Action in Economic Development." In D.W. Bromley ed. *Making the Commons Work: Theory, Practice, and Policy*. San Francisco, California: ICS Press, pp. 17-39.
- Sethi, R., and Somanathan, E. (1996) "The Evolution of Social Norms in Common Property Resource Use." *American Economic Review* 86: 766-788.
- Shivakoti, G.P., and Ostrom, E. (2002) *Improving Irrigation Governance and Management in Nepal*. Oakland, California: ICS Press.
- Sugden, R. (1984) "Reciprocity: The Supply of Public Goods through Voluntary Contributions." *Economic Journal* 94: 772-787.
- Tang, S.Y. (1992) *Institutions and Collective Action: Self-Governance in Irrigation*. San Francisco, California: ICS Press.
- Uphoff, N. (1986) *Improving International Irrigation Management with Farmer Participation: Getting the Process Right*. Boulder, CO: Westview Press.
- Wade, R. (1988a) *Village Republics: Economic Conditions for Collective Action in South India*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wade, R. (1988b) "The Management of Irrigation Systems: How to Evoke Trust and Avoid Prisoner's Dilemma." *World Development* 16: 489-500.
- Weibull, J.W. (1995) *Evolutionary Game Theory*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- White, T.A., and Runge, C.F. (1994) "Common Property and Collective Action: Lessons from Cooperative Watershed Management in Haiti." *Economic Development and Cultural Change* 43: 1-41.