

第4章

発展途上国における農地灌漑と水資源管理 －開発経済学の研究動向－

塚田和也

要約

農地灌漑の便益を高め、水資源の持続的な管理を実現することは、農業部門の発展にとって重要な課題である。本章の目的は、(1)大規模灌漑事業の影響評価、(2)灌漑施設の維持管理における分権化、(3)地下水灌漑への民間投資、という三つのテーマに沿って、開発経済学の研究動向とその含意を整理することである。大規模灌漑事業に関する研究では、農地灌漑が農業生産に正の影響を与える一方、流域内の水資源配分やスピルオーバーの効果を通じて、分配面の複雑な影響をもたらすことが明らかにされている。また、灌漑施設の維持管理における分権化や地下水灌漑に関する研究は、水資源管理における、政府、水利組織、市場の機能に、それぞれ限界が存在することを明確に示している。こうした研究成果に基づきながら、今後の課題として、水利組織に関するより詳細な分析の必要性和いくつかの分析視点を提示した。

キーワード： 農地灌漑、水資源管理、水利組織、分権化、水市場

I. はじめに

農業部門の発展にとって、安定的かつ十分な農業用水を確保することは極めて重要な課題である。自然降雨のみに依存する農業では、作付面積が大きく制限され、天候変化にともなう生産リスクが増大する。農業用水の不足と生産リスクの存在は、肥料投入や高収量品種の導入を阻害する要因であり、農業部門の生産性低下を通じて発展途上国の貧困問題にも少なからず負の影響を与える。そのため、農業用水の安定的供給を可能とする農地灌漑は、農村所得の向上を目的とした従来の開発政策においても中心的役割を果たしてきた。しかし、経済全体の水資源に対する需要が増加するにつれ、農地灌漑を将来にわたり拡大する余地は限定的となってきた。農地灌漑の便益をさらに高め、その便益を持続的なものとする努力が求められているのである（World Bank [2008]）。

農地灌漑の潜在的な便益を高い水準で実現するためには、いくつかの問題を解決する必要がある。農地灌漑は、それが地表灌漑であれ地下水灌漑であれ、人工的な構造物である灌漑施設の建設をとともなう。大規模灌漑事業は巨額の費用を要するうえ、ひとたび灌漑施設が建設されると地域の灌漑システムから特定の利用者だけを排除することが困難となる。そのため、灌漑施設の建設とその維持管理には、フリーライダーの問題が存在する。また、水資源の利用に際して他者への外部性を調整する仕組みが存在しない場合は、一部の利用者による過剰取水が配分の不公平を拡大させたり、水資源の枯渇を招いたりする事態を生じかねない。こうした問題を回避して農地灌漑の便益を持続的なものとするためには、灌漑施設を含む水資源の適切な管理が必要となる。

本章の目的は、農地灌漑と水資源管理に関する開発経済学の研究動向を、近年の成果に焦点を当てて整理することである。経済学における農地灌漑を対象とした研究の歴史は古く、*American Economic Review* 誌の第一号にてアメリカ西部の農地灌漑に関する論文が掲載されたことから、農地灌漑の研究は一国の農業発展の歴史とともにあったことがわかる（Coman [1911]）。ただし、農地灌漑の具体的な研究テーマは経済発展の段階や政策の潮流に応じて変化している。本章では主に近年の研究動向に焦点を当てるため、対象となる研究を 2000 年代以降のものに限定する。特に（1）大規模灌漑事業の影響評価、（2）灌漑施設の維持管理における分権化と協調行動、（3）地下水灌漑に対する民間投資と水市場、という三つのテーマに沿って研究動向の整理を行う。上記のテーマ選択は恣意的であるが、近年の研究の多くがこうしたテーマと何らかの関連性を有していることも指摘できる。一方、農地灌漑に関する研究は、本来、学際的な性格を備えており、工学、農学、水文学、社会学、歴史学などの各領域が、関連するテーマのもとで農地灌漑の研究を行っている。本章の対象とする領域は経済学のみであり、その意味では農地灌漑の研究動向を限られた範囲で論じることになる。しかし、経済主体の選択問題と、経済主体のインセンティブを規定する市場や制度の機能を分析対象としてきた経済学には、独自の視点に基づく学術的

貢献が期待されており、過去の研究蓄積も決して小さいものではない（Schoengold and Zilberman [2007]）。近年の成果は、この方向性を発展させつつ、経済的視点に基づく農地灌漑と水資源管理の分析をより厳密に行うことを意図したものといえる。

研究動向の整理に先立ち、まず世界全体の 2000 年代中頃における水資源の利用状況と農地灌漑の普及状況を概観しておきたい。データは国際連合食糧農業機関（FAO）による。ただし、調査年次は各国で異なり、データが得られない国も存在する。そのためある一時点の正確な情報ではない点に留意されたい。具体的には、2002 年から 2012 年までの期間中に利用可能なデータのうち、2007 年にもっとも近い調査年次のデータを各国の数値として採用した。採用されたデータの 65 パーセントは、調査年次が 2005 年から 2007 年までの三年間に含まれる。

表 1 は、水資源の利用状況を地域別および用途別にまとめたものである。農業部門は水資源の最大の需要主体であり、世界全体では約 70 パーセントの水資源が農業用水として利用されている。経済発展が進んでいる北米やヨーロッパでは、工業用水としての取水量が相対的に大きく、東アジア、東南アジア、さらには南米でも工業用水の占める割合はかなり高くなっている。したがって、経済発展が進むにつれ、農業用水と他用途との競合がますます強くなると考えられる。一方、全体の取水量自体が小さいアフリカでは、生活用水の確保に対する優先順位も高いことが推測される。水資源の最大の需要主体である農業部門について農地灌漑の効率性を高めることは、経済全体の課題であるともいえよう。

表 1 地域別および部門別の取水量

	農業用水		工業用水		生活用水	
	取水量 (10億m ³)	割合 (%)	取水量 (10億m ³)	割合 (%)	取水量 (10億m ³)	割合 (%)
東アジア	435	67.7	133	20.7	75	11.7
東南アジア	204	73.3	45	16.1	29	10.6
南アジア	913	91.0	20	2.0	70	7.0
中央アジア	109	87.3	9	7.3	7	5.4
中東	179	85.1	10	4.8	21	10.0
北アフリカ	9	70.6	1	9.0	3	20.4
サブサハラアフリカ	67	74.3	5	6.0	18	19.7
ヨーロッパ	60	24.2	131	52.3	59	23.5
北中米カリブ	270	46.3	230	39.5	83	14.3
南米	138	70.5	23	11.8	35	17.8
オセアニア	10	99.7	0	0.1	0	0.2
世界合計	2,394	70.4	608	17.9	400	11.8

出所) AQUASTAT database, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

表 2 は、農地灌漑面積とその取水源を地域別にまとめたものである。農地には牧草地や永年作物の土地も含まれているため、ヨーロッパ、南米、オセアニアといった地域における灌漑面積の割合は比較的小さくなっている。灌漑面積の割合がもっとも高いのは東アジアであり、次いで南アジアである。傾向としては、稲作農業の比重が大きい地域ほど灌漑面積の割合も高い。一方、サブサハラアフリカにおける灌漑面積の割合は農地全体の 3 パーセントに満たず、その低さがとりわけ際立っている。サブサハラアフリカでは土地や水資源に対する投資が不十分であり、そのことが農業部門の発展を阻害する一つの要因となっている。

農地灌漑をその取水源別にみると、世界全体では河川など地表水に基づく農地灌漑が約 60 パーセント占める。しかし、地域によっては地下水に対する依存度が高くなっており、特に中東や北米がそうした地域に該当する。また、地表水を補完する形で地下水が利用されるケースを含めると、南アジアでは灌漑面積の約 60 パーセントを地下水に依存していることになる。そのため、近年の開発経済学においては地下水灌漑に対する研究関心が高まりを見せている。

地表水に基づく農地灌漑とは異なり、地下水灌漑では経済主体が個別に管井戸を設置して農業用水を取水する場合が多く、水資源を取引する市場も観察される。南アジアを代表とするいくつかの地域では、管井戸に対する民間投資と水市場の存在が灌漑面積の拡大を支えてきたといえる。その反面、地下からの取水量や地下水位の変化を監視することには大きな費用がかかるため、地下水資源は総じてオープンアクセスとなる傾向が存在する。したがって、持続性への懸念は地下水灌漑においてより深刻である。

表 2 地域別の農地灌漑面積と取水源

	農地面積 (千ha)	灌漑面積		灌漑の取水源 (%)		
		(千ha)	割合 (%)	地表水	地下水	混合
東アジア	132,253	66,545	50.3	69.5	30.5	0.0
東南アジア	105,681	22,789	21.6	94.6	4.1	1.3
南アジア	204,235	93,140	45.6	38.0	31.2	30.8
中央アジア	39,726	13,177	33.2	92.1	7.8	0.2
中東	64,139	19,546	30.5	50.7	45.6	3.7
北アフリカ	27,908	5,362	19.2	82.7	17.3	0.0
サブサハラアフリカ	228,134	5,532	2.4	90.6	9.4	0.0
ヨーロッパ	293,683	21,293	7.3	62.3	37.7	0.0
北中米カリブ	255,923	35,184	13.7	41.1	58.9	0.0
南米	138,987	12,580	9.1	62.3	21.7	16.0
オセアニア	45,650	3,169	6.9	68.6	31.4	0.0
世界合計	1,536,320	298,318	19.4	62.2	32.5	5.3

出所) AQUASTAT database, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

本章の構成は以下の通りである。第2節では、地表水を用いた大規模灌漑事業の影響評価を行った研究を整理する。第3節では、灌漑施設の維持管理における政策トレンドの変化を踏まえて、利水者による分権的な維持管理と協調行動の成否を分析した研究を整理する。第4節では、地下水灌漑の民間投資と水市場に関する研究を紹介し、最後に第5節で本章のまとめと今後の課題を与えたい。

II. 大規模灌漑事業の影響評価

農地灌漑が作付面積や農業生産に正の影響をもたらすことについては、あまり異論の余地がない。しかし、農地灌漑によってどの程度、安定的かつ十分な農業用水の供給が実現できるかは、地域の自然条件や制度環境に応じて異なるため、その影響を定量的に把握することは実証的な課題となる。また、農地灌漑が経済主体の所得や消費の増加をもたらすメカニズムと、その増加が経済主体間で一様なのか否かといった分配面の影響については詳細な検証が求められる。農地灌漑に対する影響評価は、農地灌漑の便益を高める方策を検討するうえで、基礎となる情報を提供するものである。

地表水に基づく農地灌漑の場合、一般的には河川の取水口に加え、幹線・支線・末端の各水路と多くの水門を一つのシステムとして建設することとなる。この灌漑システムは分割不可能であり、利水者にとって地域のインフラストラクチャという性質を有する。また、安定的かつ十分な農業用水を供給するため、河川の上流部にダム建設を必要とする場合もある。本節では、広域的な農地灌漑のための灌漑施設あるいはダムの建設を大規模灌漑事業と呼んで、その影響評価を行った研究を整理する。地下水灌漑の影響については、第4節で改めて議論を行う。

経済発展におけるインフラストラクチャの重要性は論を俟たないが、その影響評価は極めて困難な作業である。農地灌漑に関していうと、厳密な影響評価のためには、農地灌漑の有無を除くそもそもの自然・経済条件が同一の地域（または家計）のペアを特定して両者を比較することが必要である。しかし、灌漑施設の建設は地形的な要因を含む技術的条件で規定される傾向があり、灌漑施設の建設がなされる場所とそうでない場所では、自然条件が異なるケースも多い。また、大規模灌漑事業の実施には政治的な意思決定をとる必要があるが、そうした決定には地域の経済状況が反映される。したがって、農地灌漑の有無とそもそもの経済状況には何らかの相関が存在する。すなわち、農地灌漑の実施は内生的に決定されるため、この内生性を考慮しなければ、経済パフォーマンスの違いが農地灌漑の有無によって生じたものか、あるいは別の要因によって生じたものか判断できないことになる。農地灌漑の影響評価を行った研究は決して多くないが、以下では、ダムの建設がもたらす広域的な影響を地域間で比較した研究と、灌漑施設の建設がもたらす影響を地域内で

検証した研究をそれぞれ紹介する。

ダムの建設目的はしばしば複合的であるが、ほとんどの場合、農業用水の開発を主な目的として掲げている。Duflo and Pande [2007]は、インドの各州の下に存在する県を観察単位とし、ダムの建設がなされた上流の県と同じ州に属する下流の県にどのような影響が生じるかを検証した。まず、河床勾配を操作変数に用いることで、州の中でどの県にダムの建設がなされやすいかを分析した。このことは、ダムの建設における政治的要因を排除することに貢献する。また、パネルデータに基づく固定効果で上流と下流の県における他の自然条件の違いを制御した。結果として、下流の県では農業生産の増加と貧困率の減少が生じた反面、ダムの建設がなされた上流では農業生産のリスクが増加して貧困率も上昇したことが判明した。この理由として、集水域にあたる上流の県では旱魃時に農業用水の取水が制限される可能性を指摘している。これと同じ手法を用いて、Strobl and Strobl [2011]はアフリカ大陸全土を対象としてダムの建設がもたらす影響を分析した。大陸ではダムの建設にともなう影響が国境を超えるケースも多いため、行政単位によらない細かな流域区分に基づいて分析を行っている。分析結果はおおむね同じであり、下流域では農業生産が増加したものの、ダムの建設がなされた上流域では正の影響が存在しなかった。また、上流で旱魃が生じると下流に対する正の影響が消失することも報告している。

二つの研究結果に共通する含意は、以下の三点である。第一に、ダムの建設は技術的条件に強く規定されており、建設場所の地理的偏在が著しい。このことはダムの建設により農地灌漑の便益が生じる地域も限定されることを意味する。第二に、上流と下流でダムの建設は正反対の影響をもたらすが、二つの地域間で十分な所得再分配は実現していない。農地灌漑は広域的レベルで分配面の悪化をもたらす可能性を有するが、これに対する政策的対応は不十分であることを意味する。第三に、集水域での旱魃は、上流と下流の双方に負の影響をもたらす。ある意味では当然の帰結ともいえるが、流域全体の水資源配分の在り方は、農地灌漑の便益を地理的に左右する要因となる。開発経済学においては、しばしば、農業生産リスクの大きさをその地域における降雨量の変動で代理する場合がある。しかし、農地灌漑によって流域全体が結びついている場合、他地域における降雨量ショックは流域全体に波及するため、農業生産リスクに関する分析もより複雑なものとなる。つまり、大規模灌漑事業では、水資源配分を通じた広域的なリスク構造の変化と分配面の影響が生じるのである。最後に、二つの研究は技術的条件が理由でダムの建設がなされた場合の影響を検証したものであり、ダムの建設が政治的要因に左右される場合は、異なる影響が生じうることに注意しなければならない。

分析対象を家計レベルに設定し、灌漑施設の建設による地域内の影響を検証した研究には、Dillon [2011a]、Dillon [2011b]、Del Carpio, Loayza and Datar [2011]などが存在する。このうち、マリで独自の家計調査を行った Dillon [2011a][2011b]は、農地灌漑の有無が家計の経済厚生に与える影響をマッチングの手法に基づき分析した。分析結果として、農地灌漑

が利用可能となった家計では消費と家畜資産への投資が増加し、村内のインフォーマルなリスク分担に参加する程度も高まったことが報告されている。さらに、農業生産の増加自体は（相対的に）小規模な灌漑区域に属する家計で大きい一方、消費増加については大規模な灌漑区域に属する家計の方が大きいことも示されている。後者の結果が得られた理由として、大規模な灌漑区域ではスピルオーバー効果が大きいため非農業所得の増加が生じた可能性を指摘している。ただし、メカニズムの特定にまでは至っていない。これに対して、ペルーにおける灌漑施設の改修プログラムが与える影響を分析した Del Carpio, Loayza and Datar [2011]は、スピルオーバー効果をより具体的に確認している。同一の水利組織について、改修プログラムの対象区域内と対象区域外で耕作を行う家計をそれぞれパネルデータに基づき比較したところ、対象区域内の家計では消費の増加が観察された。しかし、零細な農地で耕作を行う貧困家計では全く農業生産の増加が生じていない。消費の増加は、大規模経営を行う家計に農業労働者として雇用される機会が拡大したことを通じて実現したものである。このことは、農業生産に与える農地灌漑の影響が、経営規模に関して中立的でない可能性も示唆している。

上記の研究から得られる含意は、以下の二つである。第一に、農地灌漑は農業生産の直接的な増加をもたらすだけでなく、資産投資やリスク対処の戦略にまで影響を与える可能性がある。これらの影響は、時間を通じて累積的な効果をもたらすため、農地灌漑の影響も十分に長期的な視野で検証されなければならない。第二に、農地灌漑は大きなスピルオーバー効果を有しており、ある地域内では労働市場を介した効果が特に大きいものと考えられる。これは、農地灌漑が貧困家計にも便益をもたらす一つのメカニズムである。一方で、経営規模によって異なる生産性への影響や労働市場の拡大は、地域の農業構造にも長期的な変化をもたらす。そのため、農地灌漑の影響評価においては地域経済に与える二次的な影響を慎重に考慮する必要がある。

農地灌漑の影響評価は、内生性の問題ゆえに本質的な困難をとまなう。近年の研究も全ての影響とメカニズムを解明しているわけではない。さらなる研究蓄積によって農地灌漑の影響を総合的に明らかにすることが必要であり、そうした実証結果に基づき灌漑事業の決定がなされることが望ましい。

III. 灌漑施設の維持管理：分権化と協調行動

水資源管理に関する政策の潮流は過去半世紀に大きく変化した。食糧増産が国家的な政策目標であった 1950 年代から 1960 年代にかけては、大規模な灌漑施設の建設とその維持管理は国家主導の下で行われた。そこでは、インフラストラクチャに対する投資を可能にする強力な政府の存在が必要とされた。しかし、建設された灌漑施設はしばしば期待通り

の機能を発揮せず、農業用水の不足や排水不良、さらには灌漑施設の不十分な維持管理が深刻な問題となった。1970 年代に入ると、政府の財源不足もあって利水者から水利費を徴収し、(農地灌漑を管轄する) 政府機関の財政的な自立性を高める制度変更が多くの国で導入された。これは、現地で灌漑施設の操作を行う政府職員に対して維持管理のインセンティブを与える狙いもあったものと考えられる。しかし、水利費の徴収率は低位にとどまり、国家主導の維持管理に限界が存在することも広く認識されるようになった。これらを背景として、1990 年代以降、維持管理に関わる権限を利水者に移譲する分権化政策が大きなトレンドとなったのである (Meinzen-Dick [2007])。

灌漑施設の維持管理において分権化が推進された別の背景には、利水者の協調行動に基づく成功事例が多く報告されたことも関係している。そうした成功事例が観察された地域は農地灌漑の歴史が古く灌漑規模も小さい場合が多い。また、利水者が灌漑施設の建設段階から関わることで、灌漑施設に対する共同の所有意識が高いことも指摘されている。したがって、分権化のプロセスで生じた重要な課題は、それまで国家が維持管理を担ってきた大規模な灌漑区域においても、利水者の協調行動に基づく成功事例を再現できるか否かであった。

維持管理の権限移譲には、政府と利水者が共同で意思決定に関わる参加型のスキームから、水利費の徴収を含む全ての権限を水利組織に委ねる完全な分権化までさまざまな形態が存在しうる。しかし、現在までのところ分権化の試みは必ずしも確固たる成果を示していない。維持管理が強化され公正な配分が実現したケースも存在する一方、維持管理について顕著な改善が見られないケースも存在する (Garces-Restrepo and Munoz [2007])。維持管理の分権化がもたらす多様な帰結を理解するため、利水者の協調行動を分析する研究が増加したことは自然なことである。これに関しては、膨大な事例研究とそのメタ分析がすでに存在する (Agrawal [2001])。それぞれの事例研究が提供する詳細な情報は、協調行動の成否を規定する潜在的な要因を探るうえで計り知れない価値を有するものの、同時にいくつかの欠点も抱えている。第一に、個々の研究では対象となる事例数が少なく、しかも関心が成功事例に集中している。第二に、分権化の形態が研究地域によって大きく異なる。第三に、利水者の協調行動に影響を与える説明変数の取捨選択が研究によって一貫していない。つまり、注目する事例や変数の選択が恣意的であり、個々の研究はサンプル数が小さいため、事例研究の積み重ねで強固な実証結果を得ることが困難となっているのである。同様の問題点は、開発経済学の既存研究にも少なからず共通するが、以下では、ある程度のサンプル数を確保しつつ計量的な分析を行った実証研究を紹介したい。

Bardhan [2000]は、水資源の維持管理に関する利水者の協調行動を分析した代表的な研究といえる。この研究はインドの 48 の灌漑区域を対象として、(1) 灌漑施設の維持管理、(2) 農業用水の配分をめぐる対立、(3) 配分ルールの順守、にそれぞれ影響を与える社会・経済的要因を分析した。主な説明変数としては、利用者の数、カーストの同質性、土

地所有の不平等度、農業用水の希少性、水利組織の性格、都市との近接性が含まれる。分析結果として、一般に土地所有の不平等度が大きい灌漑区域ほど協調行動は成立しづらいことが判明した。また、利水者の数は、配分ルールの順守に対して負の影響をもたらす。一方、水利組織の歴史が長い灌漑区域では、監視員を配置するなどの制度的仕組みが存在しており、ルールからの逸脱行為を厳格に監視することで協調行動が実現しやすくなっている。さらに、灌漑施設の操作を利水者でなくもっぱら政府職員が行うことは維持管理に正の影響をもたらすことも示された。最後の結果はやや意外な印象を与えるが、灌漑施設の維持管理には専門的な知識も必要であることを示したものと考えられる。結果のさらなる解釈については後述する。

Bardhan [2000]の分析に続き、いくつかの研究が異なるパフォーマンスの指標を採用した分析を行っている。Meinzen-Dick and Raju [2002]はインドで水利組織がそもそも形成されるか否かの分析を行った。研究のなかで示されている通り、水利組織の存在は利水者の協調行動に決定的な正の影響を与える。分析結果として、降雨量が多く地下水の利用も可能な地域では水利組織が形成されにくく、反対に、乾燥地帯で水資源が希少な地域ほど水利組織の形成が観察された。また、高等教育を受けた人物や社会的影響力を持つ人物がいる場合にも水利組織は形成されやすい。こうした変数はリーダーシップの存在を表すものと考えられている。

Fujiie, Hayami and Kikuchi [2005]と Araral [2009]は、それぞれフィリピンの水利組織を対象とした分析を行った。前者の研究では、水資源管理における組織化の指標を作成して、指標に影響を与える要因を分析した。水資源管理の組織化は、利水者の数、農業用水供給の地理的な不均一性、非農業所得への依存度などが増加することで阻害されることを明らかにした。また、政府職員に対する特別なインセンティブ付与が存在すると組織化が促進されることも示している。一方、後者の研究は、水利費の徴収率に焦点を当てている。水利費の徴収率は、利水者の数が大きく、灌漑施設の操作を主に政府職員が行う場合ほど、低位にとどまることが判明した。これは、政府職員の存在にともなう負の影響を示すものであり、前者の研究や Bardhan [2000]の結果とはややニュアンスを異にするものである。

最後に、Mattoussi and Seabright [2014]は、チュニジアの灌漑区域を対象として盗水を分析している。対象となる灌漑区域では、メーターに基づく取水量の個別計測が可能であるものの、不正操作を施すことでメーターの数値を過少報告し、従量制の水利費を節約することができる。政府職員が盗水の有無を個別に確認することはできず、実際の取水量合計とメーターの合計値との差が、盗水の存在を指し示すことになる。この差に基づき配水停止の罰則期間が決定される。罰則の対象は、盗水者が特定された場合には盗水者のみであるが、特定されなかった場合は全員の共同責任となる。この制度で興味深い特徴の一つは、罰則期間を水利組織が自ら選択できる点である。罰則期間の内生性を考慮するため、水利組織リーダーの教育水準、居住地の人口密度、水源となるダム貯水能力などを操作変数

として罰則期間が盗水に与える影響を推計したところ、やはり罰則が強化されるほど盗水は減少することが判明した。したがって、インセンティブの構造は協調行動に決定的な影響をもたらすといえる。ただし、罰則期間が内生的に決定されるメカニズムについては、あまり説得的な実証結果が得られていない。

上記の実証研究は、Mattoussi and Seabright [2014]を除き、特定の理論モデルを前提としたものではない。しかし、さまざまな社会・経済的要因をもたらす影響は、利水者個人のインセンティブに与える影響と、集団内の合意形成に与える影響という観点から整理することが可能であろう。このうち、個人のインセンティブに与える影響は比較的単純である。いま、灌漑施設の維持管理や農業用水の配分に関する事前のルールを所与としよう。このとき、利水者が協調行動を取るインセンティブは、ルールを順守しないことから生じる便益と費用の相対的な大きさに規定される。費用はさらに、逸脱行為が発覚する確率と罰則の大きさに基づいて決定される。したがって、監視が容易で罰則を履行強制する能力が水利組織に備わっているほど協調行動は促進される。この相互監視と社会的罰則に基づく履行強制こそ、まさに政府機関に欠落している能力であり、維持管理の分権化を正当化する一つの根拠となりうる。そこでは、水利組織とほぼ構成員を同じくする農村共同体が強固な社会的ネットワークを有するほど、利水者の協調行動が達成されやすくなる。重要な点は、事前に定められたルールが、水利組織のメンバーにより正当なものと認識されていることである。政府機関が一方的に定めたルールを仮に順守しなかったとしても、それは地域社会のなかで監視や罰則の対象とならないことが多い。そのため、ルールに関する組織内の合意形成が重要なステップとして生じることになる。

これまでの既存研究が明示的な理論モデルに依拠していない理由として、合意形成の確立した理論が存在しないことを挙げることができる。もちろん、協調行動の必要性和その便益の分布が全ての組織メンバーにとって共有知識である場合は、監視と履行強制を制約条件として組織全体の便益を最大化するように協調行動の内容を決定することができる。これはソーシャルプランナーの問題に等しい。しかし、協調行動の必要性和便益の分布が組織メンバーにとって必ずしも明らかでない場合は、まず前提となる情報を集約することから始めなければならない。このとき、利水者の数は情報集約にかかるコミュニケーション費用を上昇させ、合意形成に負の影響を与える。農業用水の地域内供給や非農業所得への依存度（したがって水資源への依存度）に関する異質性は、協調行動の便益をめぐる認識の違いや対立をもたらし、合意形成を阻害する要因となりうる。すなわち、異質性が高まるほど、全ての組織メンバーが納得するルールを形成するための情報集約に費用がかかるのである。一方、強力なリーダーシップの存在は合意形成を促進する要因になると考えられる。この点で、政府職員の存在はメリットとデメリットの双方をもたらさう。組織メンバーと信頼関係を構築している政府職員は、専門的な助言を通じて合意形成を促進さう。逆に、組織メンバーとの信頼関係が乏しく適切なインセンティブを付与されてい

い政府職員が合意形成に関わると、ルールの実効性が失われる。既存研究で政府職員の存在に異なる評価が与えられている背景には、地域によって政府職員の位置づけや質に違いが存在するためだと思われる。

以上を要約すると、水資源管理の分権化は、利水者の組織に備わる監視や履行強制の能力を活用することで、協調行動の実現性を高める。しかし、合意形成のための費用は無視できず、そうした費用を負担して合意形成に導くリーダーシップの存在が不可欠となる。そのためには農村における人材育成が重要となるが、そこには政府の専門職員も含まれる。利水者の組織は、協調行動の便益に関する情報収集についても政府と比べて優れた立場にあると思われる。しかし、多くの実証研究の結果は、そうした情報を集約して合意形成に導く能力が無条件に存在するわけではないことを示している。

本節の最後に、実証研究の課題を二つ指摘しておきたい。第一に、ほとんどの研究がある一時点の情報に依拠しており、時間を通じた制度や協調行動の変化は分析の枠外に置かれている。事例研究において、失敗や成功の経験に基づく組織の学習が注目されている点を考慮すれば、開発経済学の実証研究においてもパネルデータを用いた学習効果の分析が必要であろう。これは、水利組織の歴史が長いほど協調行動が実現しているという研究結果からも重要性が高いと考えられる。研究蓄積が少ない背景には、協調行動や制度が短期的には変化しないというデータ上の制約も関係している。そのため、より長期のデータ収集に向けた努力が求められる。第二に、協調行動が集団的な意思決定に基づくことから、ほとんどの研究は水利組織を観察単位としている。しかし、水利組織の範囲が完全に外生的か否かについては疑問の余地も存在する。多くの場合、水利組織の範囲は灌漑システムの構造、とりわけ支線水路の地理的配置に基づいて決定されると考えられる。しかし、政策的な意思決定に左右される側面もあり、実際、利水者の数や灌漑の運用方法が変化することで、水利組織の統合や分割が生じるケースも観察される。利水者の数や農村共同体の性格が協調行動に影響を与えるという研究結果を踏まえるならば、水利組織の範囲が決定されるメカニズムを考慮したうえで、分析を行う必要があるだろう。その意味で、水利組織の特徴に外生的な変化を生じさせる社会実験や自然実験の状況を見出すことが有益と考えられる。

IV. 地下水灌漑に対する民間投資と水市場

これまで大規模灌漑施設を含む農村のインフラストラクチャ整備は、政府が主導的な役割を果たすべき分野であるとの認識が一般的であった。インフラストラクチャだけでなく、農村金融や農業技術普及の面でも、政府は農村所得の向上を図るために積極的な介入を行ってきた。しかし、南アジアをはじめとするいくつかの地域では、民間投資に基づく地下

水灌漑が重要な役割を果たしている。地下水灌漑への投資費用を負担できる大土地所有地主などが管井戸を設置し、所有農地での利水または近隣の農地への売水を行っているのである。こうした地下水灌漑は、社会的な影響を勘案してなされるというよりも、経済的インセンティブに基づいてなされる側面が強い。そのため、地下水灌漑における重要な研究テーマには、(1) 民間投資による地下水灌漑が地域農業に与える影響、(2) 水市場における配分の効率性、(3) 地下水資源の管理などがある。上記のテーマに関わる近年の研究を以下で整理したい。

大規模灌漑事業の影響評価と関連しつつ、インドの地下水灌漑を対象として影響評価を行った研究には、Bardhan, Mookherjee and Kumar [2012]と Sheetal [2014]が存在する。このうち Bardhan, Mookherjee and Kumar [2012]は、1980 年代以降の西ベンガル州における緑の革命が、政府による小作制度改革と民間による地下水灌漑からいかなる影響を受けたのかを分析した。小作制度改革には、小作権の強化、小作料率の軽減、貧困層への農地再分配が含まれ、農業生産に大きな影響をもたらしたと考えられている。分析結果として、小作制度改革は小作地における農業生産インセンティブと水需要の増大をもたらし、管井戸への投資を促進したことが示されている。さらに、地下水供給の増加は最終的に売水価格の下落をもたらした。小作地以外（すなわち自作地）の農業生産をも増大させたことが明らかとなった。したがって、政府による小作制度改革と民間による地下水灌漑投資は補完的な機能を果たしながら、緑の革命に大きく寄与したということができる。また、政策がスピルオーバー効果を持つという面では、大規模灌漑事業との類似点も存在する。大規模灌漑事業では、政府の灌漑投資が労働市場にもたらす影響を通じて、灌漑の直接的な便益が小さい貧困家計の消費をも増加させた。一方、小作制度改革では、政府の制度改革が民間投資と水市場にもたらす影響を通じて、制度の直接的な便益が生じない自作地の農業生産をも増加させたのである。

Sheetal [2014]は、地下水灌漑の技術的特性に着目して影響評価を行った。一般に地下水位が 8 メートルを超えると、気圧による汲み上げポンプは使用できず、水中ポンプの設置など大きな投資費用が必要となる。このことを利用して、地下水位が 8 メートルをわずかに上回る地域とわずかに下回る地域を比較したところ、地下水灌漑に大きな投資費用が必要な地域では、貧困率が 10 パーセントほど高いことが判明した。また、こうした地域では、農業用水をめぐる対立が頻繁に生じていることも報告されている。このことは、農業用水の配分に必ずしも組織的調整をとまわらない地下水灌漑では、水資源の希少性が直ちに農村内の格差や対立につながる可能性を示唆している。さらに、過剰取水などが原因で地下水位の低下が生じると、長期的な影響はもちろんのこと、短期的にも投資費用の上昇を通じて貧困率の悪化をもたらす可能性が高い。したがって、この研究は、地下水灌漑の影響と水資源管理の重要性を同時に示したものだといえる。

民間投資に基づく地下水灌漑の普及が、農業生産の増大と貧困率の削減に正の影響をも

たらずことは間違いないといえる。このことは、水市場を通じた農業用水の地域配分が効率的であることを意味するだろうか。すでに述べたように、地下水灌漑の投資には初期費用を要するため、投資を実施できる経済主体は限定される。また、地域の用水路が未整備である場合には、配水可能な農地も地理的に限定される。そのため、水市場は寡占的な構造になる場合が多く、管井戸所有者は一定の独占力を行使できる状況にあると考えられる。実際に独占的な水価格の設定がなされているか否かを分析した研究には、Jacoby, Murgai and Rehman [2004]と Banerji, Meenakshi and Khanna [2012]が存在する。

Jacoby, Murgai and Rehman [2004]は、パキスタンにおいて管井戸所有者の設定する水価格が独占力を反映したものであるか否かを分析した。管井戸所有者は、多くの場合地主であり、所有自作地、所有小作地、他農家の所有農地、にそれぞれ地下水の供給を行う場合がある。所有小作地に供給する際の水価格は他農家の所有農地に供給する際の水価格より低いことを明らかにしたが、このことは直ちに独占力の行使を意味するわけではない。しかし、所有自作地と所有小作地で単位面積あたりの水使用量に違いが存在せず、他農家の所有農地の水使用量と比較して有意に大きいことから、管井戸所有者は他農家の所有農地に売水する場合、独占的な価格設定を行っている結論づけた。

これに対して、Banerji, Meenakshi and Khanna [2012]は、インドの北部を対象地域として異なる結論を導いている。この地域では、電力不足が制約となって地下水の取水量が過少となっている。したがって、地域で希少な地下水をいかに配分するかが効率性の観点から問題となる。パキスタンの研究地域と異なり、この地域では農村共同体の中で水価格が同一の水準に決定される。作付時期の直前に決定されるこの同一価格のもとで、管井戸所有者は他農家の所有地にも地下水を供給するのである。分析結果として、農業用水配分は水の限界生産力が全ての農地で均等化するようになされていることが判明した。すなわち、農業用水の配分は効率的である。管井戸所有者は、自作地の水使用量を拡大させることで自らの利益を増加できるものの、実際には地域全体の利益を最大化する配分がなされていた。したがって、寡占的な水市場の効率性は、農村共同体が配分に関与することで改善される可能性がある。この背景には、地下水市場の地理的範囲が十分に狭く、需要と供給を村落でコントロールできることが関係している。また、農地が分散しており、管井戸所有者はある自作地の周辺では地下水を供給する主体となるが、別の自作地では他の管井戸所有者から地下水を購入する主体となる状況も生じていることが判明した。こうした相互依存関係が、農村共同体による効率的な水資源の利用を可能にしていると考えられる。水価格をその取水費用より高く設定することで、管井戸所有者の投資インセンティブも阻害されないことを指摘しておきたい。農業用水の配分が地域レベルで調整される場合は、水価格と取水費用の乖離が必ずしも独占力の行使を意味しないのである。

地下水資源の利用における最大の懸念が持続性にあることはすでに述べた。地下水の賦存量、取水量、リチャージ量を正確に計測できれば、政府が取水量に応じた（または燃料

投入に応じた）最適な課税を行うことで、長期的な持続性を確保することも不可能ではない。しかし、政府が情報を全て入手できるわけではないため、情報制約のもとで現実的な水資源管理の手法を検討することが課題となる。以下では、政府と農村共同体の潜在的な役割を分析した二つの研究を紹介する。

Sekhri [2011]は、インドの北部を対象として、政府が自ら地下水灌漑を提供することの影響を分析した。政府が大規模な管井戸を設置することは、地下からの取水量を増大させる直接的な効果を持つ一方で、民間投資を抑制し、地域全体の取水量を減少させる可能性がある。分析結果として、政府による地下水灌漑の影響は、民間主体が管井戸を設置する初期費用の大きさに依存することが判明した。地下水位が 8 メートルを超える地域では、管井戸設置の初期費用が大きいため、民間投資は減少し、地下水位の低下も相対的に小さいものとなった。一方、地下水位が 8 メートルに満たない地域では、民間投資を抑制する効果が見られず地下水位の低下が観察された。ここで重要な変数は政府による水価格の設定水準である。地域の水需要量を抑制するに十分なほど高く、民間の投資を抑制するに十分なほど低い必要がある。こうした水価格が存在するならば、民間の管井戸における取水量を観察できなくとも、政府が地下水灌漑を行うことで民間投資そのものをクラウドディングアウトできる可能性が存在する。

Huang *et al.* [2012]は、中国の地下水灌漑を対象として、農村共同体が水資源管理に果たす役割を分析した。研究地域では、村落が管井戸を所有・管理してリーダーがその配分を決定しているケースと、個別の農家が管井戸を設置し水市場も存在するケースの二つが存在する。分析結果として、村落が地下水資源の管理を行っているケースの方が村落全体の取水量は小さいことが明らかとなった。したがって、農村共同体のリーダーには共有資源を適切に管理するインセンティブが存在するといえる。ただし、帯水層が地下で複数の村落にまたがって連結している場合は、村落による管井戸の所有・管理が必ずしも取水量の減少をもたらさないことも判明した。このことは、地下水資源の管理における村落間の協調が困難であることを示唆している。

農村共同体は、村落内の合意形成やリーダーの指導力を通じて構成員の農地における取水量を決定することができる。しかし、地下水資源が広域的な帯水層の場合は、他の村落との協調が実現しない限り、地下水資源の管理は限定的となる。一方、政府は民間の管井戸における取水量を決定できないものの、自ら地下水灌漑を行うことで間接的に民間投資を抑制することができる。ただし、この影響は地下水灌漑の技術的条件に依存する。地下水資源の管理において、政府や農村共同体が一定の役割を果たしうることは確かであるが、その実効性に関しては一層の研究蓄積が期待される。

V. おわりに

適切な水資源管理の手法に関して、これまでは、大別して三つの異なるアプローチが提唱されてきた。第一は、政府による一元的管理である。第二は、農村共同体の機能をベースとした水利組織による集合的管理である。そして、第三は、水市場の存在を前提とした経済的インセンティブに基づく個別管理である。政府による一元的管理が多くの地域で失敗に終わった経験から、第二と第三のアプローチに注目が集まるようになってきたことが現在までの大きな変化であった。しかし、近年の研究成果にも示されているように、一つのアプローチが単独で成功をもたらすわけではないという認識は研究者の間で広く共有されつつある（Meinzen-Dick [2007]）。

水利組織による集合的管理は合意形成の難しさを抱えており、政府職員による適切なサポートが必要な場合もある。また、流域全体の水資源配分や広域的な帯水層に基づく地下水資源の利用においては農村共同体の機能にも限界がある。広範囲におよぶ外部性の存在こそ農地灌漑の特徴であることを踏まえるならば、政府の役割を決して過小評価すべきでないことがわかる。また、地下水市場の研究からも明らかなように、農業用水配分の効率性や水資源利用の持続性を達成するうえで、市場インセンティブは必ずしも十分や役割を果たすわけではない。ここでも、政府や農村共同体がそれぞれ一定の役割を果たすことが期待されているのである。したがって、現実的な解としては地域の文脈に応じてさまざまなアプローチを組み合わせるということになるだろう。

今後の重要な研究課題は、複数のアプローチをどのような条件の下でどのように組み合わせるのが適切かを探ることである。この点で、水利組織に関するより詳細な分析は不可欠と思われる。政府と市場の限界については、経済学において長く議論がなされてきたテーマであり問題点も相対的に明らかである。しかし、水利組織の限界については理論的にも実証的にも解明すべき点が多い。問題を複雑にしている一つの要因は、水利組織と一般に呼ばれる集団の性格が、地域によって全く異なることである。農地灌漑の歴史を反映して水利組織と農村共同体の範囲がほぼ一致しているケースもあれば、行政区域の境界を越えて複数の農村共同体が一つの水利組織にまとめられているケースもある。また、フォーマルに付与された権限もさまざまであり、政府の決定事項を組織のメンバーに伝達することが実質的な役割である場合も多い。これまでの研究では、水利組織の地理的な範囲や権限を所与として、協調行動が達成されるか否かを分析する傾向にあった。しかし、権限移譲の地理的な範囲と内容は、本来、内生的に決定されているはずであり、そうした権限移譲のデザインがそもそも最適なものか否かを分析する視点が必要である。権限委譲のデザイン、合意形成のメカニズム、組織の学習効果、などが水利組織に関する研究でこれまで手薄であった分野だと思われる。これら研究テーマの分析を通じて、農地灌漑の便益を高める方策を見出すことが重要な課題となる。

最後に、農地灌漑をめぐる日本の歴史的経験と開発経済学の接点について、ごく簡単に触れておきたい。日本における農地灌漑の歴史は極めて古く、政府による大規模灌漑事業が実施される以前から、村落共同体が単位となって集団的に水資源の利用と管理を行ってきた。政府の役割は、慣行水利権や地域で培われてきた農業用水の配分ルールを是認しながら、財政的な援助と組織の制度化を通じて、灌漑施設の近代化を後押しする役目に徹してきたといえる。こうした経緯は、多くの発展途上国が直面する現在の状況とかなり異なっており、非常に強固な村落共同体の存在も含め、日本の特殊性を再認識させるものである。そのため、日本の歴史的経験を現在の発展途上国において再現することはほとんど不可能といえる。しかし、農学や歴史学における豊富な研究蓄積が存在するため、水資源管理をめぐる合意形成のメカニズムや組織の学習という側面について、開発経済学が得られる示唆も大きいものと考えられる。また、水利組織の制度化、合口などを契機とする灌漑システムの広域化、法人たる土地改良区の成立、といった歴史的過程を振り返ることにより、フォーマルな水利組織と農村共同体との関わりなど、水利組織そのものに関する分析視覚についても重要な含意が得られると考えられる。日本の歴史的経験との接合に基づく水利組織の分析は、次なる課題としたい。

参考文献

- Agrawal, Arun. (2001) "Common Property Institutions and Sustainable Governance of Resources," *World Development* 29(10): 1649-1672.
- Araral, Eduardo. (2009) "What Explains Collective Action in the Commons? Theory and Evidence from the Philippines," *World Development* 37(3): 687-697.
- Banerji, A., J. M. Meenakshi, and Gauri Khanna. (2012) "Social Contracts, Markets and Efficiency: Groundwater Irrigation in North India," *Journal of Development Economics* 98(1): 228-237.
- Bardhan, Pranab. (2000) "Irrigation and Cooperation: An Empirical Analysis of 48 Irrigation Communities in South India," *Economic Development and Cultural Change* 48(4): 847-865.
- Bardhan Pranab, Dilip Mookherjee, and Neha Kumar. (2012) "State-led or Market-led green revolution? Role of Private Irrigation Investment vis-à-vis Local Government Programs in West Bengal's Farm Productivity Growth," *Journal of Development Economics* 99(1): 222-235.
- Coman, Katharine. (1911) "Some Unsettled Problems of Irrigation," *American Economic Review* 1(1): 1-19.
- Del Carpio, Ximena, Norman Loayza and Gayatri Datar. (2011) "Is Irrigation Rehabilitation Good

- for Poor Farmers? An Impact Evaluation of a Non- Experimental Irrigation Project in Peru,” *Journal of Agricultural Economics* 62(2): 449-473.
- Dillon, Andrew. (2011a) “The Effect of Irrigation on Poverty Reduction, Asset Accumulation, and Informal Insurance: Evidence from Northern Mali,” *World Development* 39(12): 2165-2175.
- Dillon, Andrew. (2011b) “Do Differences in the Scale of Irrigation Projects Generate Different Impacts on Poverty and Production?” *Journal of Agricultural Economics* 62(2): 474-492.
- Duflo, Esther, and Rohini Pande. (2007) “Dams,” *Quarterly Journal of Economics* 122(2): 601-646.
- Fujiie, Masako, Yujiro Hayami and Masao Kikuchi. (2005) “The Conditions of Collective Action for Local Commons Management: The Case of Irrigation in the Philippines,” *Agricultural Economics* 33(2): 179-189.
- Garces-Restrepo, Carlos and Giovanni Muñoz. (2007) *Water Management Transfer*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Huang, Qiuqiong, Jinxia Wang, Scott Rozelle, Stephen Polasky, and Yang Liu. (2012) “The Effects of Well Management and the Nature of the Aquifer on Groundwater Resources,” *American Journal of Agricultural Economics* 95(1): 94-116.
- Jacoby, Hanan, Rinku Murgai, and Saeed Rehman. (2004) “Monopoly Power and Distribution in Fragmented Markets: The Case of Groundwater,” *Review of Economic Studies* 71: 783-808.
- Mattoussi, Wided, and Paul Seabright. (2014) “Cooperation Against Theft: A Test of Incentives for Water management in Tunisia,” *American Journal of Agricultural Economics* 96(1): 124-153.
- Meinzen-Dick, Ruth. (2007) “Beyond Panaceas in Water Institutions,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (PNAS) 104(39): 15200-15205.
- Meinzen-Dick, Ruth, and K. V. Raju. (2002) “What Affects Organization and Collective Action for Managing Resources? Evidence from Canal Irrigation Systems in India,” *World Development* 30(4): 649-699.
- Schoengold, Karina, and David Zilberman. (2007) “Chapter 58: The Economics of Water, Irrigation, and Development,” in *Handbook of Agricultural Economics: Agricultural Development, Farmers, Farm Production and Farm Markets*, Vol. 3, ed. Robert E. Evenson, Prabhu Pingali, and T. Paul Schultz. Amsterdam: North-Holland.
- Sekhri, Sheetal. (2011) “Public Provision and Protection of Natural Resources: Groundwater Irrigation in Rural India,” *American Economic Journal: Applied Economics* 3(1): 29-55.
- Sekhri, Sheetal. (2014) “Wells, Water, and Welfare: The Impact of Access to Groundwater on Rural Poverty and Conflict,” *American Economic Journal: Applied Economics* 6(3): 76-102.
- Strobl, Eric, and Robert O. Strobl. (2011) “The Distributional Impact of Large Dams: Evidence from Cropland Productivity in Africa,” *Journal of Development Economics* 96(2): 432-450.

有本寛編『途上国日本の開発課題と対応：経済史と開発研究の融合＜中間報告書＞』調査研究報告書 アジア経済研究所 2015 年

World Bank. (2007) *World Development Report 2008: Agriculture for Development*. The World Bank. Washington, DC.