

バングラデシュの農業と灌漑開発

藤田 幸一

1. デルタ環境と農業
2. 印パ分離独立後の開発戦略と農業成長
 - (1) 第一期（～1960年代半ば）
 - (2) 第二期（1960年代半ば～70年代半ば）
 - (3) 第三期（1970年代半ば～）
3. 小 括
4. 灌漑開発による農業の変化
 - (1) 資 料
 - (2) 仮 説
 - (3) 計測方法
 - (4) 計測結果

本稿は南アジアの最貧国バングラデシュにおける農業近代化の技術的側面について紹介し、分析しようとするものである。はじめに大河川デルタという特殊な自然環境のなかで営まれる当該国の農業の特徴について述べ、18世紀末頃から現代までの農業の発展過程について簡単なスケッチを行なう。次に1947年の印パ分離独立後の農業発展過程を詳しく述べ、特に灌漑開発による乾期作の拡大が最大の変化要因であったことを確認する。最後にこうした灌漑開発が農法論的にみて既存の農業体系にいかなる影響を及ぼしたかについて若干の計量的分析を行なう。

1. デルタ環境と農業

一般に農業における革新技術の開発や利用可能性は、自然条件に大きく影響される。アジアの稲作の展開は、土地の水文環境⁽¹⁾とそれへの人間の適応の仕方に規定されてきたといつてよいであろう。この意味で、人間の適応方法を「工学的適応」と「農学的適応」に区分することは有用である。「工学的適応」とは、稲の生長に適した水文環境を造るために土地を土木工学的に改変し維持すること、つまり堰、用水路、貯水池、排水路、堤防などの施設を建設し、もって灌漑や排水、洪水防御を行なうような適応方法をいうのに対して、「農学的適応」とは、土地の工学的改変を行なうのが難しい状況のなかで、自然の水文環境に適した稲の品種を見つけ、または育成するような適応方法をいうのである⁽²⁾。

ただしこれらの適応方法は二者択一的に行なわれてきたものではなく、日本の稲作の発展やアジア開発途上地域における「緑の革命」

の経験を振り返れば、むしろ次のようにいふべきであろう。すなわち「工学的適応」が行なわれた地域では、創出された人為的水文環境に適合的な品種改良が進み、いわば適応方法としての「工学的適応」と「農学的適応」が相俟って高い収量水準が実現したのに対し、「農学的適応」が行なわれただけでその後も「工学的適応」が進展しなかった地域では、継続的な品種改良が進まず収量も低迷している。これは、国際稲研究所や各国農業試験研究機関で開発されてきた多収性の近代的品種（modern variety）がいずれも半矮性（semi-dwarf）、施肥反応性、非感光性などの灌漑水田に適した性質をもつものだったからにほかならない⁽³⁾。

問題は、「工学的適応」が行なわれた灌漑水田が意外に少ないという点にある。つまり東アジアを除く東南アジア・南アジア全域をみれば（表1）、灌漑水田は全体のわずか3分の1であり、残りの3分の2は依然として天水や河川の氾濫水に依存する稲作地である。これをさらに地域別にみると、灌漑整備率の高

表1 東南アジア・南アジアにおける水利条件別稲作圃場の分布 (単位:千ha)

	灌漑水田		天水田・深水田			畑	合計
	雨期	乾期	浅水田	中間水田	深水田		
東南アジア島嶼部	4,432 (36)	2,761 (22)	2,438 (20)	924 (7)	258 (2)	1,640 (13)	12,453 (100)
東南アジア大陸部	3,253 (15)	1,338 (6)	9,958 (45)	3,334 (15)	1,428 (6)	3,002 (14)	22,313 (100)
南アジア東部	3,827 (13)	1,618 (6)	10,600 (37)	6,119 (22)	2,756 (10)	3,526 (12)	28,446 (100)
うちバングラデシュ	170 (2)	987 (10)	4,293 (43)	2,587 (26)	1,117 (11)	858 (9)	10,012 (100)
南アジア中部	2,669 (21)	31 (0)	6,077 (47)	869 (7)	608 (5)	2,588 (20)	12,842 (100)
南アジア南部	4,102 (47)	1,864 (21)	1,302 (15)	362 (4)	240 (3)	837 (10)	8,707 (100)
南アジア北部	2,971 (100)	—	—	—	—	—	2,971 (100)
合計	21,254 (24)	7,612 (9)	30,375 (35)	11,608 (13)	5,290 (6)	11,593 (13)	87,732 (100)

出所: Mishra, B. et al., "Production Constraints of Rainfed Lowland Rice in Eastern India", In IRRI, *Progress in Rainfed Lowland Rice*, 1986, p.26, 28.

注(1) 浅水田, 中間水田, 深水田とはそれぞれ最大水深が30cm未満, 30~50cm, 50cm以上の水田をいう。

- (2) 東南アジア島嶼部: フィリピン, インドネシア, マレーシア。
 東南アジア大陸部: ベトナム, カンボジア, ラオス, タイ, ミャンマー。
 南アジア東部: ブータン, バングラデシュ, 北東丘陵部諸州, アッサム, 西ベンガル, ビハール, オリッサ。
 南アジア中部: ネパール, ウツタル・プラデシュ, マディヤ・プラデシュ, マハラシュトラ, グジャラート, ラージャスターン, ヒマチャル・プラデシュ。
 南アジア南部: アーンドラ・プラデシュ, カルナータカ, ケーララ, タミルナドゥ, スリランカ。
 南アジア北部: パンジャーブ, ハリヤーナー, ジャンムー=カシュミール, パキスタン。

い東南アジア島嶼部, 南アジア北部および南部と, 灌漑整備率の低い東南アジア大陸部, 南アジア中部および東部に明確に二分されることがわかる。ここで重要なことは, 後者の地域が南アジア中部を除きすべて, 大河川下流域の氾濫原を主要稲作地とする地域であるという点である。

バングラデシュは典型的にこうした大河川下流域の氾濫原に位置する。図1に示すように, 国土の大半はガンジス, ブラフマプトラ(ジョムナ), メグナの三大河川やその他の網の目のように広がる中小河川によって形成さ

れた氾濫原の集合体(ベンガル・デルタ)である。ベンガル・デルタは, 全体的には極めて低平であるが, 河川沿いの最も高い自然堤防とそこから最も低い部分に緩やかに傾斜する後背湿地の繰り返しから成り立っている。デルタの水文環境は, こうした地形の上に覆いかぶさる降水条件に規定されている。それは乾期(11月~3月), 小雨期(4月~5月), 雨期(6月~10月)と循環する典型的モンスーンであり, 雨期に年降水量(1,500mm未満から3,000mm以上の地域差を含む)の70~85%, 小雨期に残りの10~20%が集中す

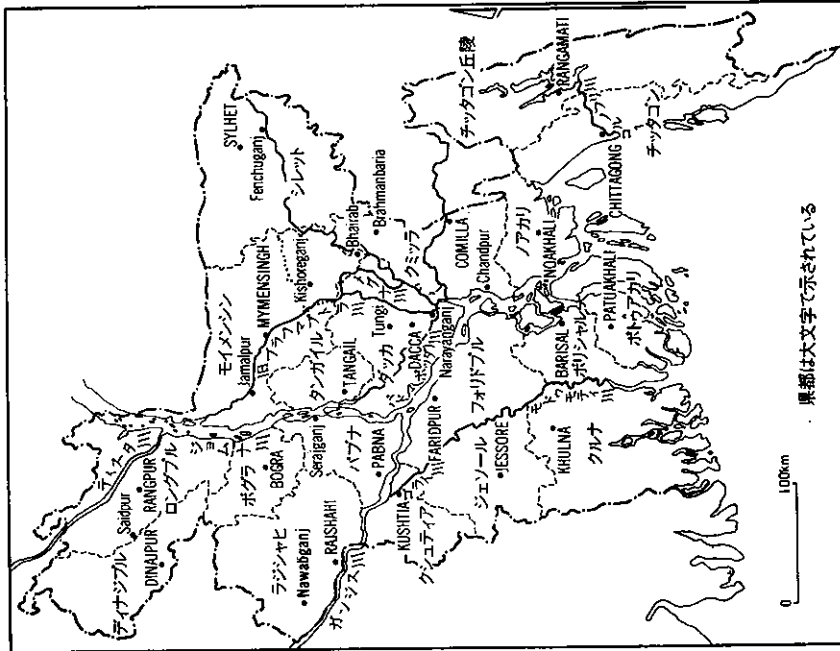
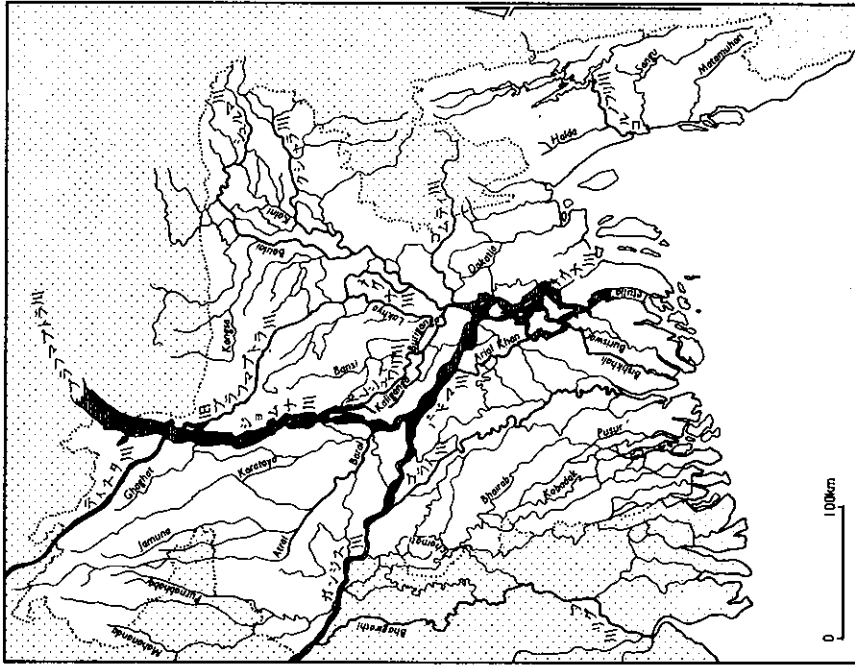


図1 バングラデシュの河川と県区分
 出所：ジョンソン (22), 1ページおよび20ページ。

る大きな季節変動を特色とする。また国外から流入する膨大な河川水もほぼ同様の季節変動を伴う。その結果、ベンガル・デルタでは、雨期には浸みだすようにして洪水が起り、多くの土地が冠水するのに対し、乾期には逆に後背湿地の最低位部や取水困難な河川水を除き水が全くなくなってしまうのである。雨期の水の量は圧倒的であり⁽⁴⁾、そこでは後述のような「農学的適応」型の土地生産性の低い停滞的な稲作が営まれてきたわけである。

バングラデシュでは統計上、土地は、高位地 (high land)、中位地 (medium land)、低位地 (low land) に分類されている。高位地とは平年時には冠水せず、冠水する年があってもせいぜい「膝の高さ」(50cm程度)までの土地、中位地とは平年時に必ず冠水するがその期間が6カ月未満でありピーク時の水深も「腰の高さ」(1m程度)に達しない土地、低位地とは年間6カ月以上冠水し、ピーク時には「腰の高さ」以上に達する土地である。こうした土地の水文環境は土壌条件の差異にも対応している。水の浮遊物運搬能力が砂、シルト、粘土の順に急速に低下するからであり、高位地ほど砂や粗粒シルトが多くなり、低位地ほど粘土やシルトが多くなるのである。

構成比を全国で見ると、高位地35.5%、中位地43.5%、低位地21.0%であるが、農地に限定した場合にはそれぞれほぼ30%、50%、20%の割合である(表2)。つまりバングラデシュでは平年時において、農地の約7割はピーク時には水没することになるのである。表に示されているように、こうした土地の水文環境には少なからぬ地域差が存在する。全体的には中位地の割合が高い地域が多いなかで、クシュティア、ジェソール、ラジシャヒの西部インド国境沿い一帯やチッタゴンでは高位地が多く、一方、シレット、モイメンシン、クミラ、フォリドブルー帯では低位地が多いことがわかるであろう。ただし、ベンガル・デルタの大きな特徴の一つは、こうした地域

表2 県別にみたバングラデシュの水文環境別土地の分布 (単位:%)

県名	高位地	中位地	低位地
チッタゴン	42.9	53.0	4.2
クミラ	22.4	46.9	30.8
ノアカリ	15.0	75.1	9.9
シレット	23.0	34.4	42.6
ダッカ	33.1	41.7	25.2
フォリドブルー	19.5	47.4	33.0
ジャマルブルー	27.7	54.6	17.7
モイメンシン	29.7	38.5	31.9
タンガイル	28.1	54.8	17.1
ポリシャル	18.7	66.9	14.4
ジェソール	44.5	39.3	16.3
クルナ	24.8	60.0	15.3
クシュティア	57.0	30.8	12.2
ポトゥアカリ	18.9	71.9	9.2
ボグラ	28.7	63.7	7.6
ディナジブルー	34.5	58.8	6.7
バブナ	33.0	45.1	22.0
ラジシャヒ	38.9	41.4	19.7
ロングブルー	30.1	58.1	11.8
バングラデシュ平均	30.0	49.8	20.2

出所：1983-84年農業センサス。

注：農地のみに限定するよう再計算した結果である。

差とは別に、微地形がよく発達していることであり、その結果一村落程度の極めて狭い地理的範囲内においても、高位地から低位地までの多様な水文環境を含むことが稀れではなく、むしろそれが一般的とさえいえるということである⁽⁵⁾。

したがって、高位地から低位地までなだらかに傾斜する傾斜地において毎年繰り返される水位の季節変動(図2)は、一村落程度の狭い地理的範囲内においても生じていることになる。そこでは、極端に言えば一筆の土地毎に異なる水文環境に巧妙に適応した農業が営まれてきたのである。より具体的には以下の如くである。

高位地は一般に居住空間の周辺に広がっている。少量の水なら容易に得られる屋敷地内やその隣接地は、果樹、野菜といった園芸作物や移植アモンの苗床として利用される。さ

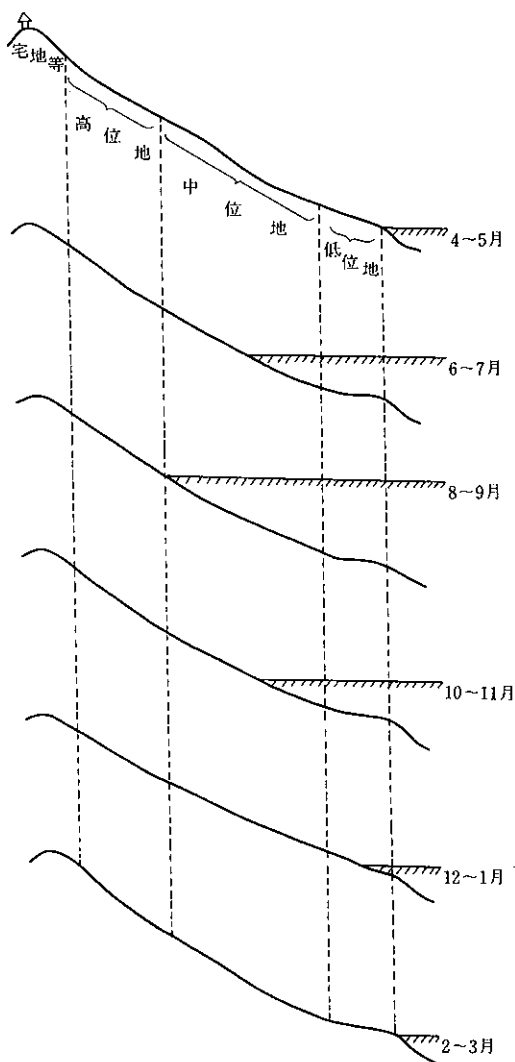


図2 農地の高低と洪水水位の季節変動
出所：筆者作成。

らにその周辺では、バドイ (*bhadoi*) 期 (4~5月の小雨期から雨期の最盛期の7~8月までの農作期) にアウス (*aus*)⁽⁶⁾ と呼ばれる稲やジュートが栽培される。アウスは湛水状態を嫌う陸稲であり⁽⁷⁾、感光性はない。ジュートはアウスよりも洪水には強いが、長期間洪水に晒されると品質が低下する。またアウスやジュートの収穫後のラビ (*rabi*) 期 (10月末

から3~4月までの乾期に対応した農作期) には、乾燥に強い豆類、油料種子、ジャガイモなどが作付されることがある。

次に中位地では、アガニ (*aghani*) 期 (6月頃から11~12月までの農作期) における移植アモン (*transplanted aman*) と呼ぶ水稻が主力作物である。圃場に水が溜り始める7月初旬から遅くとも8月下旬までに移植が行なわれ、11~12月に収穫される。感光性が強いいため収穫期は移植時期に関係なく一定である。長稈の在来種が使われるが、それでも急激な短期の洪水による被害を受けやすく、また生育後期に早魃があると収量が大幅に減少する。

洪水水位が中位地よりさらに高くなると、移植アモンはもはや生き延びることができなくなる。こうした低位地では、散播アモン (*broadcast aman*) と呼ばれる深水稲ないし浮稲が栽培される。3~4月頃に小雨期の雨を利用して播種が行われ、初期生育を無事に過ごせばあとは洪水による水位の上昇とともに草丈を伸ばして成長する。1日に少なくとも2.5cmの割合で成長することができ、品種によっては30cmも成長する。短期ならば完全な湛水状態にも耐えられる。ただし初期生育時には早魃や急激な洪水による被害を受けやすい。感光性が強いいため、登熟は遅く、洪水が引く11~12月になって収穫される。

さらに洪水が急激であるか、または水深が深すぎるかにより浮稲さえ生き延びることのできない低湿地も存在する⁽⁸⁾。そこではラビ期にボロ (*boro*) と呼ばれる水稻が作付される。12~1月頃に洪水が徐々に引くにつれて相対的に高い土地から移植が行われ、4~5月頃には収穫される。生育途中における水不足は、低みに残った減水しつつある水を、ドン (*done*) やスウィング・バスケット (*swing basket*) を操作することによって揚水し補充する⁽⁹⁾。

以上がベンガル・デルタにおける典型的な「農学的適応」型の農業の概略である。土地

の構成比から容易にわかるように、伝統的には、移植アモンを主とし散播アモンとアウスがそれを補完するような、ほぼ雨期作一作の稲作中心の粗放的な農業だったのである。

いまこうした生態環境をもつベンガル・デルタの農業発展を、ベンガル地方が英領植民地下に入り、永代地租査定 (Permanent Settlement) によっていわゆるザミンダーリー制が導入された18世紀末を起点としてやや長期的にみると、18世紀末から19世紀末までの外延的拡大期、19世紀末から今世紀半ばまでの停滞期、今世紀半ば以降の農業集約化期に大きく時期区分することが可能である。

この3つの時期の特徴を、細部を無視し要約すると次のようになる。

19世紀末までの時期は、西から東へ、あるいは北から南へとデルタ形成の活発な地域へ人が流入し、開拓が進んだ時期である。18世紀末当時、耕作可能な土地のおよそ3分の1が荒蕪地として残されていたとされており⁽¹⁰⁾、こうした荒蕪地の耕地化が進展したのである。開拓過程で地主と直接耕作者の間に中間地主が数段階にわたって介在するような複雑な地主制の発達が見られたが⁽¹¹⁾、低い人口圧を反映して、直接耕作者の生活水準は決して低いものではなかった⁽¹²⁾。余剰米はカルカッタなどを通じて輸出された。

しかし19世紀も第4四半世紀に入る頃になると、一部のジャングルを除いて荒蕪地はほぼ枯渇した。時はあたかも、西欧の産業革命が交通・通信分野における技術革新と相俟って、分業による「世界経済」の統合がまさに進展し始めた頃であり⁽¹³⁾、ほぼ完全な荒蕪地として残されていたビルマ、タイ、ベトナムなどの大河川デルタでは大規模な開拓が進み、輸出米産地として急速な成長を遂げていった時期である⁽¹⁴⁾。ベンガル・デルタではジュート生産が飛躍的に伸びたものの、未耕地がほとんど残されておらず人口圧が相対的に高かったため、総体として農業の変動は小さく、

急速な成長の機会を逸したということができるとであろう⁽¹⁵⁾。仮に東南アジア大陸部、特に同じ英領植民地下にあったビルマの外延的拡大による低コストの米増産がなければ、あるいはベンガル・デルタで土地生産性の向上による増産が生じたかもしれない。しかし実際には安価なビルマ米の供給があった以上、集約化の誘因は弱く⁽¹⁶⁾、大河川デルタにおける集約化のコストの高さが相俟って、ベンガル・デルタの稲作部門は長い停滞に陥ったわけである⁽¹⁷⁾。一方、人口 (バングラデシュのみ) は1900年の2,890万人から1931年には3,560万人に着実に増加し、1930年代には米の純輸入地域に転落するという経過をたどったのである⁽¹⁸⁾。

バングラデシュの稲作の停滞は印パ分離独立 (1947年) 後もしばらく続いた。明らかな増産に転じるのは、1950年代半ばから1960年代に入ってからである。つまりベンガル・デルタで土地生産性の持続的な上昇がみられるのは、19世紀末に未耕作地が枯渇してからの約1世紀をみれば、高々最近の30年余りといえることができるのである。

こうした最近の農業集約化過程の詳細については次節に譲ることとして、最後に大河川デルタ農業の特質について整理しておこう。

一般に中小河川をつくる谷筋や扇状地、盆地などでは古くから人間が住みつき、「工学的適応」に基づく、土地生産性は高いが労働生産性は低い農業が成立する。そこでは人口増加によって生み出される追加的労働力は土地資本形成に投下され、労働生産性はあまり上昇しないが土地生産性は上昇し続ける。一方、大河川デルタでは、居住環境の厳しさや土木技術水準の未熟さゆえに、開拓は歴史的に遅れ、少なくとも開拓当初は、「農学的適応」型の、土地生産性は低い労働生産性の高い農業が成立する。しかし人口が増加したとき、追加的労働力は土地資本形成には投下され難い。伝統的な土木技術水準の下では圧倒的な

水は制御できないからである。そこでは一定の土地に対する追加的労働投入によって増産を図ることが難しく、土地資本の形成は土木技術の発展、強大な公共部門によるイニシアティブ、労働力の効率的な動員などの条件が整ってはじめて可能な難事業である。つまりボゼラップの人口増加に誘発される農業発展モデルは⁽¹⁹⁾、大河川デルタには適用し難く、そこで生ずる人口圧力は逆に貧困化を導くということができよう。ボゼラップのモデルに類似した速水・ルタンのいわゆる誘発的技術革新の仮説も、それが土地資本形成を種子・肥料技術普及の補完財として独立変数と位置づける以上⁽²⁰⁾、やはり大河川デルタには適用しにくいのである。これが仮に筆者が「誘発的技術革新の失敗」と呼んでいるものである⁽²¹⁾。本稿の結論の一部をここで先回りして述べておくと、ベンガル・デルタにおける後述の灌漑開発も、雨期における「工学的適応」ではなく、乾期の水利用にとどまるものであり、それゆえに大きな限界があったのである。

2. 印パ分離独立後の開発戦略と農業成長

図3はバングラデシュの印パ分離独立後の米および小麦生産の推移を、人口増加と関連させながら描いたものである。バングラデシュの農業に占める両作物の地位は極めて高く⁽²²⁾、これが農業全体の成長動向を表すものと考えてよい。前節で示唆したように、分離独立後とりわけ1950年代半ば以降最近までの増産は、過去の推移に照らしてめざましいものがあつた。米は700万トン前後から1,500万トン超まで(精米ベース)年率2.08%で増産され、またほぼ皆無の状況から100万トン以上に増加した小麦をあわせると、年率2.27%の増産が達成されたのである。しかし、その一方で人口も約4,100万人から1億人以上へと年率2.43%で増加し、結果として1人当たり生産は減少して、印パ分離独立時の食料不足

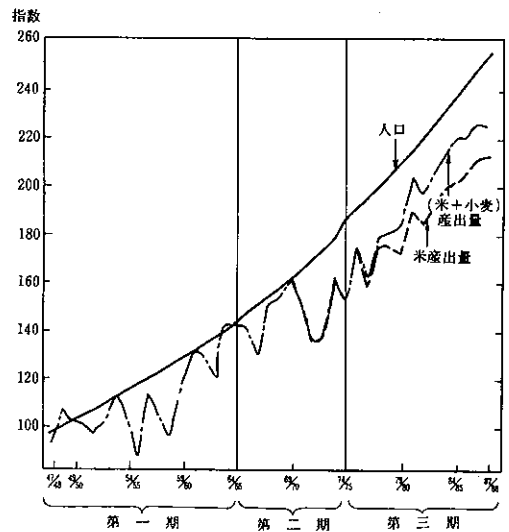


図3 人口と食料穀物生産指数(1947/48~49/50=100)

出所：バングラデシュ統計局。

はさらに深刻化したのである。

本節では、以上のように人口増加率との関係からいえば極めて不十分であったが、外延的拡大の余地がない大河川デルタ環境のなかで、いかにしてこうした比較的急速な増産が可能になったかについて、その要点を明らかにしよう。ここでは成長率や成長要因などから、分離独立以降を1948~1965年(第一期)、1966~1975年(第二期)、1976~1988年(第三期)の3つの時期に区分する。表3、表4はそれぞれ、米および小麦の産出成長率を作付面積、収量要因に分解して上記時期別に示したものである。

これらの表から得られる観察事実を整理すると以下になるよう。

- a. 米は第一期の比較的早い増産から、第二期の停滞を経て、第三期の高成長という経過をたどった。
- b. 第一期の米増産は、アウスとアモンの増産によるものであつた。両作物ともに収量の増加の寄与が大きかったが、アウス

表3 米生産の増加率(年率%)

	米			アウス			アモン			ポロ		
	生産量	面積	収量	生産量	面積	収量	生産量	面積	収量	生産量	面積	収量
全期間 (48-88)	2.08*	0.81*	1.27*	1.92*	1.16*	0.76*	1.11*	0.13*	0.98*	7.85*	4.98*	2.87*
第一期 (48-65)	2.07*	0.76*	1.31*	3.48*	1.81*	1.66*	1.56*	0.28	1.28*	3.37*	1.82*	1.55*
第二期 (65-75)	0.70	0.51	0.18	-0.42	0.88	-1.30*	-1.54*	-0.86*	-0.68	14.44*	9.90*	4.54*
第三期 (75-88)	2.38*	0.42*	1.95*	-0.21	-1.13*	0.92*	1.68*	0.29	1.40*	6.81*	4.54*	2.26*

注. 最小自乗法によるトレンドの推計。*印はt値が2.0以上の推定値を示す。

表4 小麦生産の増加率(年率%)

	小麦		
	生産量	面積	収量
全期間 (48-88)	12.01*	7.96*	4.05*
第一期 (48-65)	3.72*	3.49*	0.23
第二期 (65-75)	12.91*	9.34*	3.56*
第三期 (75-88)	16.42*	12.96*	3.46*

注. 表3に同じ。

の作付面積の拡大も重要な成長要因として注目されなければならない(ポロも年率3.37%という高い成長率を達成したが、当初の比重が小さかったため貢献度は小さい)。

- c. 第二期はポロの年率10%を超える急成長が達成されたが、反面、アウスは停滞、アモンは減産となったために、米全体としては生産量が停滞した。この時期のポロの増産は、後述のようにIR系の高収量品種が利用可能になり、ポロ作の収益性の上昇に誘発される形で、低揚程ポンプの普及による乾期の灌漑が急速に進展した結果であった。アウスの停滞は、前期から持続していた作付面積の拡大が、収量の絶対的低下によって相殺されたものである。またアモンの減産は、作付面積の縮小と収量の絶対的低下の両効果に

よるものである。

- d. 第三期の増産は、ポロとアモンの増産によるものであった。ポロの増産の最大の要因は、後述のように表面水の枯渇後チューブウェルによる地下水灌漑が進展したことであった。またアモンの増産はもっぱら収量の増加によるものであった。アウスは停滞した。収量は増加したが、作付面積の縮小がそれを上回ったからである。第三期のアウス、アモン、ポロすべてにわたる収量の増加は、改良品種の普及に加え、化学肥料投入の飛躍的な増加が大きく貢献したものである。
- e. 小麦は、第一期、第二期にも主として作付面積の拡大による増産がみられたが、当初の比重が小さかったために目立たず、第三期になって急速な増産が目立つようになった。1970年代末における小麦作付面積の爆発的な拡大は、やはり高収量品種の利用が可能になり、収益性が高まったために生じたものである。なお小麦もポロと同様に乾期作であるが、灌漑の必要度はポロよりも低い。

次に、以上の成長動向を規定した主要な要因について、時期別に詳細に検討することにしてしよう。

(1) 第一期(～1960年代半ば)

第一期(～1960年代半ば)は後述の機械化

灌漑の普及以前の時期であり、「農学的適応」の努力だけが続けられた時期と位置づけることができよう。それはアウスやアモンといった雨期作の漸進的改良にほかならないわけであるが、前述のように米の増産率は年率2.07%と比較的高く、特に50年代半ばからの10年間に急速な増産が達成された。

今世紀初頭以来の半世紀以上にわたる停滞の後に、こうした「農学的適応」に基づく増産が可能になった最大の要因は、1911年以来グッカで行なわれてきた稲作研究が1940年代半ばまでに結実し、多くの改良品種が開発され普及に移されたことであった⁽²³⁾。収量の増加は、こうした改良品種の普及による直接的効果以外に、直播法から移植法への転換や肥培管理技術の浸透などの結果であった。一方、アウスの作付面積の拡大も、品種改良の成果の一つであった。アウスの拡大は、アモンの単作地にアウスが付け加わる雨期の「二期作化」(散播アモンとアウスの混播栽培を含む概念とし、カギ括弧つきにした⁽²⁴⁾)の進展にほかならなかったわけであるが、その成立には「二期作」に適合的な品種が必要だったからである。ベンガル・デルタ特有の現象であることを考慮し⁽²⁵⁾、以下ではこうした雨期の「二期作化」について特記することにしよう。

アウスの拡大は、英領植民地期にもゆっくりと進行したと考えられるが⁽²⁶⁾、加速化するのとは分離独立後のことである。分離独立当時400万エーカー強にすぎなかったその面積は、その後20年ほどの間に350万エーカー以上も増加した。それは次の2つの形態をとって進展した。すなわち第1に中位地におけるアウスと移植アモンの文字どおりの二期作化であり、第2に低位地におけるアウスと散播アモンの混播栽培の進展である。これらは従来主に高位地で栽培されてきたアウスの中位地、低位地への進出を意味するものであった。

中位地における二期作化は、移植アモンの移植が始まる前にアウスを作付し収穫してし

まうことを意味する。最大の問題は作期の競合である。移植アモンは移植時期に無関係に短日条件で開花し稔実するため、栄養生長が一定以下に短くなると収量が激減する。したがってアウスの収穫は早ければ早いほど望ましいが、その播種は小雨期の降雨次第であり、また非感光性であるから播種後一定期間を経過しなければ収穫できない。両者のこうした矛盾を解消したのが、アウスにおける80~90日で収穫できる極早生品種の開発⁽²⁷⁾と移植アモンにおけるナジャシャイル (*Nizersail*)の導入であった。ナジャシャイルは在来種に比して収量が高くまた品質がよいためだけでなく、感光性が強いために9月初旬を過ぎて移植しても収量がほとんど低下しないという特長をもっていた⁽²⁸⁾。

一方、低位地におけるアウスと散播アモンの混播栽培とは、アウスの長稈種を散播アモンとともに混播し、7~8月頃にアウスだけを先に収穫するという栽培方法である⁽²⁹⁾。最大の問題は洪水耐性の弱いアウスが溺死する危険であるが、やはり洪水に比較的強いアウスの品種改良がこうしたリスクを軽減した⁽³⁰⁾。混播栽培は、洪水の激しい年には散播アモンだけが生き残り、逆の年にはアウスの収量が上がるという意味で、そのリスク分散機能が強調されてきたが、散播アモンの単作地にアウスが付加してきた趨勢を考えれば、むしろ多少のリスクを覚悟してでもアウスの追加的な収穫を得ようとする増産技術とみるべきであろう⁽³¹⁾。近年では散播アモン作付地の40~60%でこうした混播栽培が行なわれていると推定されている⁽³²⁾。

ただしアウスの追加的作付には多くの欠点がある。収量が低いこと、穀粒が赤みがかり品質が悪いこと、雨期の最盛期に収穫されるため収穫後処理に問題があり商品価値が低いこと、非灌水条件で栽培されるため除草作業に手間どるなどの問題である。またアウスの収穫、収穫後処理、耕起・砕土・整地、移植

アモンの移植という作業集中時には労働力がボトルネックとなる⁽³³⁾。つまり「二期作化」には資本の追加的投入は必要ないが、報酬率の低い追加的労働投入が必要だったのである。この意味でアウス作の拡大要因として人口圧力の増大という要因を見過すことはできない⁽³⁴⁾。人口増加は農地の細分化を促すと同時に実質賃金率の下落をもたらしたが、前者はピーク時における労働力の制約を弱め、後者は移植アモン単作時における労働の限界生産力を下回るような追加的な労働投入を農民に強要したからである。

(2) 第二期 (1960年代半ば～70年代半ば)

第二期 (1960年代半ば～70年代半ば) 以降は、灌漑面積が急速に増大し(図4)、ポロ作が飛躍的に拡大した時期である。その灌漑は雨期の圧倒的な水を制御するものではなく、乾期における水利用にとどまるという限界をもっていたが、ともあれ本格的な「工学的適応」の開始という画期的意義をもつものであった。灌漑の拡大の背景には、国際稲研究所によって開発された高収量品種が利用可能になり、収益性が上昇したという事情があった。ポロの平均収量は、1960年代半ばの1.3トン/haから70年代初頭には2.0トン/ha水準に達したのである。なお第二期と第三期の区分は、開発された水源がそれぞれ表面水か地下水かの違いによるものであるが(図5、図6)、いずれも重力流下式灌漑 (gravity flow irrigation) ではなく小型揚水施設による揚水灌漑であり、動力源が不可欠である点を最大の特徴とするものである。

第二期以前における人力による灌漑面積は約100万エーカーと推定される⁽³⁵⁾。それはシレットやモイメンシンを中心にしたハオル (haor) と呼ばれる最低湿地におけるドンやスウィング・バスケットによる雨期の残留水の揚水灌漑のほかに、チッタゴンの小規模な用水路灌漑、ラジシャヒ、ボグラなどの伝統

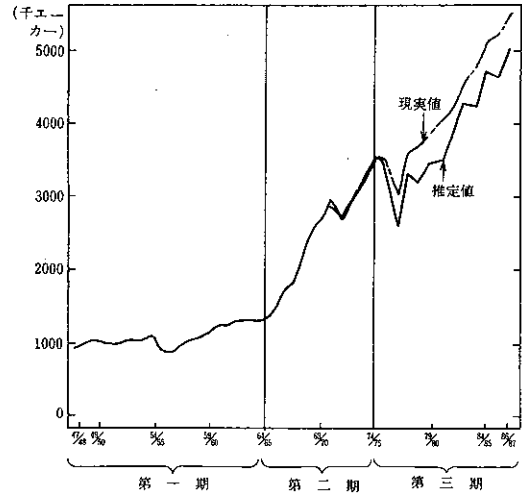


図4 灌漑面積

出所：図3と同じ。

注：推計方法については本文の注(35)参照。

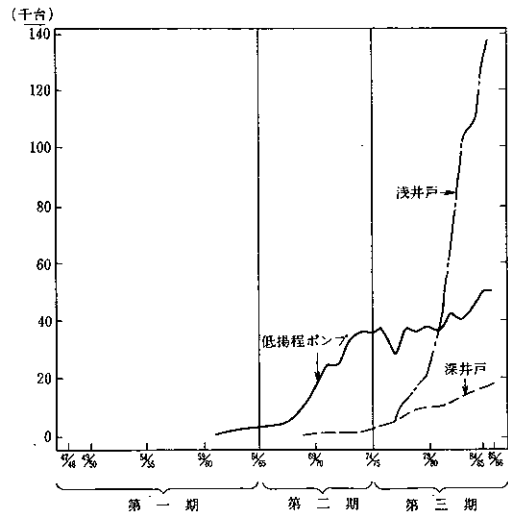


図5 灌漑施設の普及台数

出所：図3と同じ。

的な井戸灌漑を含むものである。灌漑面積の拡大はまずこうした伝統的人力灌漑の拡大に始まった。それは1965/66年から68/69年のわずか3年間で120万エーカーから200万エーカーまで増加したと推定される(ただし1969/70年に180万エーカー程度に大きく落込み、以後停滞するという経過をたどる)⁽³⁶⁾。

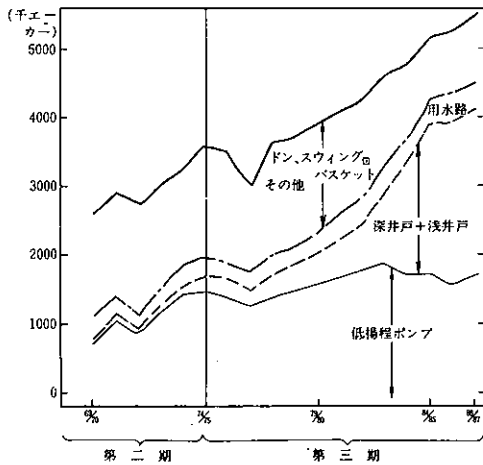


図6 灌漑方法別面積
出所：図3に同じ。

一方、主としてディーゼルを動力源とする低揚程ポンプ (low lift pump) の普及の加速は、ほぼ同じ時期の1966/67年からであり、当年の約4千台から7年後の1973/74年には3万5千台に達し、面積も32万エーカーから133万エーカーに拡大した。低揚程ポンプは、一部のドンやスウィング・バスケットを代替し、さらに従来の方法では灌漑できなかったより高い土地の灌漑を可能にした⁽³⁷⁾。ポンプの急速な普及は、制度的には郡灌漑計画 (Thana Irrigation Programme) によって行なわれた。郡灌漑計画とは、クミツラ県コトワリ郡で成功した協同組合主体の開発方式を全国に適用しようとしたものである。農業開発公社 (BADC) がポンプを年契約で貸与し、平均30~40の農民から構成される農民グループがその維持管理を行なう仕組みであり、郡段階では派遣された監督省庁の役人がポンプ導入計画の策定や許認可、農民グループの幹部に対する研修などを行ない、また BADC がポンプの補修サービス、燃料のディーゼル、オイル、さらには改良種子、化学肥料、農薬等の資材を供給するという体制である⁽³⁸⁾。多くの農民グループは、上部系統組織である総

合農村開発局 (IRDP) からの融資を目標にして、単位農業協同組合 (Krishi Samabaya Samity) へ転換した。

低揚程ポンプは簡単に移設可能であり、水路を通じた複雑な配水機構を備える必要がない。大規模な重力流下式灌漑における堰や水路の建設に要する膨大な時間と費用が節約でき、また一次水路、二次水路までの国家管理と末端水路の農民の共同体的管理の摩擦から生じる多くの厄介な問題も回避できる。水利料の徴収についても、公社としてはポンプの賃貸料という形で行なえばよく効率的である。さらにポンプなどの諸資材は政府の価格差補給金によって価格が大幅に低く抑えられ⁽³⁹⁾、また最も高価なポンプを賃貸方式とすることによって、資金に余裕のない大多数の貧しい農家にも近代的な灌漑農業を行なうことを可能にした。官僚機構による非効率な許認可制度に依存していた郡灌漑計画の下でポンプの普及が急速に進んだ背景にはこうした要因が存在していたのである。

低揚程ポンプの普及には大きな地域差が伴っていた。普及率の高い県はチッタゴン、クミツラ、ダッカ、モイメンシン、シレット、ポリシャルなどであり、東北部から東南部にかけての一角であったといえる。ハオルと呼ばれるボロ単作の低湿地帯をやや例外とすれば、これらの地域の特徴は、農業構造が比較的平等であり、2.5エーカー以下の小農の割合が80%を超える勢力をもっていることである。後述のようにポンプの集団的管理と利用が比較的うまく機能した背景としてこうした農業構造の特質は重要であると考えられる⁽⁴⁰⁾。

最後に注目しておく必要があるのは、クシュティアを中心とする西部乾燥地域におけるガンジス=コバダック灌漑計画の進展である。計画は、ガンジス河から大型揚水機で揚水した水を用水路網に流し、約22万エーカーを灌漑しようというものであり、1950年代に着手

され、1970年代半ばまでには大半が完成した。しかし灌漑面積は当初の計画を大幅に下回り、13万エーカー足らず(1978/79年)にとどまっている⁽⁴¹⁾。

以上に述べてきたように、第二期は低揚程ポンプをはじめとする灌漑施設の普及が急速に進み、ボロの産出成長率が年率14.44%と飛躍的に高まった時期である(小麦の成長率も高かったが、影響力はまだ小さかった)。しかし雨期作の不振により、米全体からみれば生産の停滞期であった。雨期作とりわけアモンの不振は、天候不順によるほか、バングラデシュ独立(1971年)や独立後の政治的・社会的混乱に起因するところが大きかったものと考えられる。

(3) 第三期(1970年代半ば～)

第三期(1970年代半ば～)の成長の回復は、ボロが引き続き増産傾向にあったうえに、アモンも好調だったことによる。アウスについては、収量は増加したが、作付面積の減少によって相殺された。アモンやアウスの収量の伸びは、政情の落ち着きを一般的背景として、1970年設立のバングラデシュ稲研究所(BRRI)で開発された多くの環境適合的な高収量品種(HYV)⁽⁴²⁾が普及・定着し、また比較的条件のよい天水田に向けたパジャム(Pajam)⁽⁴³⁾も普及したこと(図7、図8)、さらに化学肥料の増投効果(図9)が表れた結果であったと考えられる。またアモンについては、散播アモンが減少し、移植アモンが増加したことも収量増に寄与した⁽⁴⁴⁾。

さらに第三期の農業発展にとって特筆すべきは小麦の大増産である。小麦生産量は特に1970年代末から80年代初頭にかけてのわずか3～4年の間に、30万トン程度から100万トン以上に達した。それはやはり高収量品種の導入によって平均収量が短期間に倍増したことが最大の動因となった。つまり70年代前半には0.9トン/haに低迷していた収量は、70年代

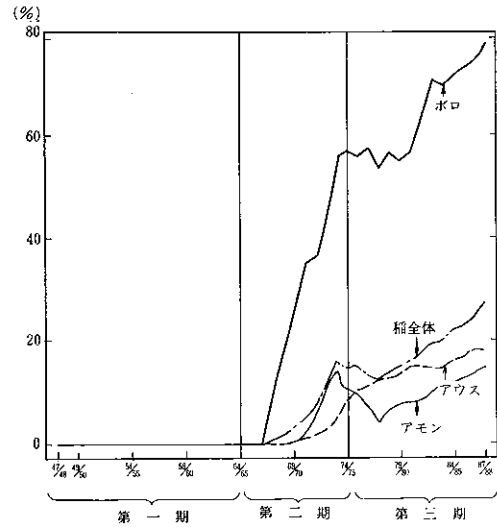


図7 高収量品種の普及率
出所：図3に同じ。

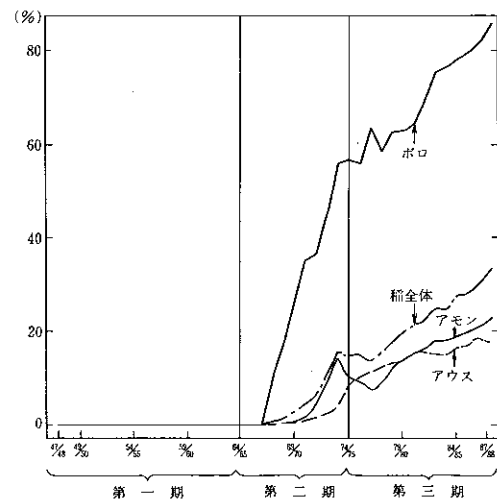


図8 高収量品種とパジャムの合計普及率
出所：図3に同じ。

後半には一気に1.8トン/ha以上に上昇した。ただし、その後生産量は1984/85年に150万トン弱に達した後、100万トン強に落ち着いて現在に至っているという状況である。

ボロの増産は前期に引き続くものであるが、背景にある要因は大きく変わった。つまり第二期の牽引力であった低揚程ポンプによる地

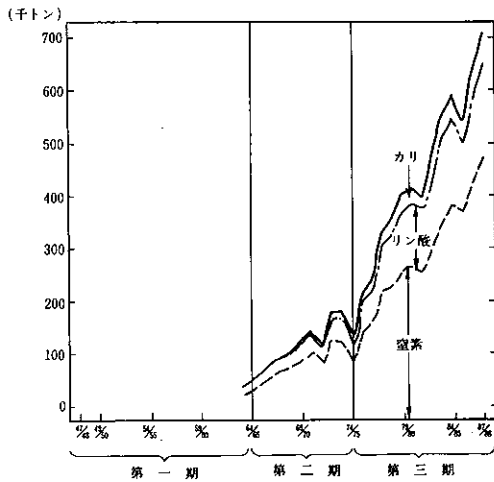


図9 化学肥料投入量

出所：FAO, *Fertilizer Yearbook*, 各年版。

表水の灌漑利用が、地表水の枯渇により限界に達した後、2～3年後のラグをもって、今度はチューブウェルによる地下水の灌漑利用が急速に進展したのである。深井戸 (deep tubewell) ⁽⁴⁵⁾は、低揚程ポンプと同様、郡灌漑計画に組み込まれていたのであるが、特定の土地に据え付けなければならないこと、かなりの規模の水路網を建設しなければならないこと、灌漑可能面積が60～80エーカー (実際には30～50エーカー) と大きく多数の農民が関与するため調整が困難であったことなどの不利な条件を抱え、その普及は遅々として進まなかったのである。こうして地下水開発がようやく急進展をみせるのは、以下の条件が整う1970年代半ば過ぎを待たねばならなかったのである。

第1に浅井戸 (shallow tubewell) ⁽⁴⁶⁾の普及である。浅井戸は、比較的簡単に移設可能であったこと、灌漑可能面積が15～25エーカー (実際には5～15エーカー) と小さく水路網も小規模で済んだこと、資本コストも低揚水ポンプとほぼ同じで安かったことなどの利点を有していたため、急速に普及した。

第2に灌漑施設の配分に係る制度改革であ

る。まず浅井戸はBADCの賃貸ではなく、当初から個人や農民グループへ売却され、大半は個人の所有物となった。最近では自由市場を通じて購入する例も増えている。また1970年代末からは低揚程ポンプや深井戸も賃貸方式から売却方式に切り替えられた⁽⁴⁷⁾。同時にタナ灌漑計画やそれを吸収しつつ統合した総合農村開発計画という既存の官僚統制色の強い非効率な配分システムの改革が行なわれた⁽⁴⁸⁾。こうした改革は、世界銀行や米国国際開発庁 (USAID) の援助増額のための融資付帯条件の一つとして強制されたものであり、改革の実施後には援助プロジェクトは当然急増したのである。

以上のような地下水灌漑の進展にも大きな地域差が伴った。それはモイメンシン、タンガイル、ジャマルプル、ボグラ、ラジシャヒ、パプナ、ロングプルなどの北西部の県で主に普及した。これらの県は、低揚程ポンプの導入地域に比べて概して農業構造が不平等であり、小農の割合は60%強にすぎず、2.5～7.5エーカーの中農や7.5エーカー以上の大農が40%近くを占めていた。こうした生産構造の上に灌漑施設の売却化措置がとられたということは、灌漑農業がより不平等な形で行なわれた可能性を示唆するものである。

BADCによる賃貸の灌漑施設を灌漑目的に共同利用するという従来の仕組みにとって、施設の売却措置は以下のような意味をもつのであった。

第1にBADCに納める賃貸料が銀行に納める返済金に代わっただけで施設の共有と共同利用という点では実質的变化がなかった場合と、施設に対する所有権を得た特定 (ないし少数) の個人によるその他の農民への売水という根本的变化が起こった場合の両極端のどこかに変化したということである。大ざっぱな傾向としては、東南部を中心に普及した低揚水ポンプは前者に近く、北西部を中心に普及した浅井戸は後者に近いということがで

きる。なお促進政策の実施にもかかわらず売却化があまり進展しなかった深井戸については、形式的には協同組合の形をとりながら、実質的には一部の農民のその他大勢の農民への売水が行なわれている場合が多い。なお深井戸における売水は、浅井戸における売水よりもさまざまないわゆる取引費用が高く、しばしば非効率と不平等が生じがちである。

第2に灌漑施設のエンジンの、ポートや絞摺りなどの非灌漑利用が可能になったことである。これは低揚程ポンプの売却化を促進した重要な要因であった⁽⁴⁹⁾。

第3にBADCにとっては売却された施設に対する補修サービスを提供する義務がなくなったということである。BADCに比較して民間業者の技術水準は低く⁽⁵⁰⁾、これが深井戸の売却化を阻害する一つの重要な要因となっている。

3. 小 括

これまでの論旨を総括しておこう。

バングラデシュの農業は、長らく大河川デルタの水文環境に「農学的」に適応した農業であった。外延的拡大が前世紀末には終わり、その後約半世紀にわたって集約化が進展せず、生産の停滞が続いたのである。この間、特殊な水文環境を前提とした品種や栽培方法の改良が起こらず、また「工学的適応」の動きもほとんどみられなかった。機械化灌漑が進展する1960年代半ば以前には、灌漑面積は純作付面積の5%足らずの約100万エーカーにすぎなかったと推定されるのである。

こうした長い停滞が打破され、増産が開始されるのは1950年代半ば以降のことであり、わずかに最近30年のことであった。それは、主力作物であるアモンの収量増を図りながら、他方ではアガ二期におけるアモンの単作に近い状況から脱却し、バドイ期（アウス）やラビ期（ボロ、小麦）に新たに作付けを行なう

ことによって増産を図る（作付集約度の向上）ということにほかならなかった。

バドイ期におけるアウスの拡大は、灌漑を伴わずに、移植アモンの前作として、また散播アモンとの混播作物として、アウスが高位地から中位地や低位地に進出していったものであり、「農学的適応」過程の一つの典型例といえるものである。アウスやアモンの収量の漸進的な増大過程を含め、こうした雨期作の「農学的」な改良は、天水田や深水田という水文環境を前提とした農業の研究開発投資に依存してきた。第一期の増産は英領植民地期の稲作研究の成果であったし、第三期の増産もその多くは、BRRIなどにおける研究開発の成果だったのである。しかし「工学的適応」を前提としない雨期作の改良の速度は極めて遅い。アウスやアモンの高収量品種の普及率は、パジャムを含めても、まだ20%前後にすぎないのが現実である。その結果、最近に至っても、アウスと散播アモンの平均収量は1.0トン/ha前後にとどまり、移植アモンも1.5トン/haにすぎない（いずれも精米ベース）のである。

一方、ラビ期におけるボロや小麦の拡大は、基本的には灌漑開発を不可欠とするものであった。灌漑開発は主として小型揚水施設の普及に支えられたものであったが、施設に対する投資はさらに、格段に高い収量を約束するような改良品種の利用可能性に敏感に反応するものであった。灌漑は雨期の残留水などの表面水の利用に始まり、表面水の枯渇とともに地下水の利用に移行する形で、1960年代半ば以降拡大を続けてきた。その結果、最近においては低揚程ポンプは約5万台、浅井戸は約14万台、深井戸は約1万8千台の普及水準に達し、これらの施設による灌漑面積は約400万エーカーとなった。これに用水路灌漑や伝統的方法による灌漑面積を加えれば540万エーカーを超え、純作付面積に占める割合にして約4分の1の水準まで到達したのである。

灌漑を伴う乾期作は、雨期作におけるような制御困難な水位の変動から自由であり、化学肥料の増投を伴った、半矮性で肥料反応的な高収量品種の導入が容易であった。すなわちポロの高収量品種（パジャムを含む）の普及率は80%を超え、平均収量も2.5トン/haに達し、雨期作と著しい対照をみせているのである。

しかしこうした乾期作は、急速な拡大にもかかわらず、その比重の低さゆえに全体の生産動向にあまり大きな影響を与えてこなかったといえよう。ポロの生産量は1980年代初頭まではアウスよりも少なく、またアモンの3分の1程度であったから、これは当然である。雨期の全面的な水制御すなわち洪水防御、排水、灌漑の総合事業は、技術的に困難であり経済的にもコストの高いものであった以上、バングラデシュの灌漑開発が乾期の単なる水利用に偏って行なわれてきたのはやむを得ないことではあったが、当然そこには大きな限界があったのである。

4. 灌漑開発による農業の変化

(1) 資料

灌漑開発による乾期の水利用がバングラデシュ農業発展の主たる動因であったことは既に明らかにしたとおりであるが、ここでは作付パターンや近代的投入財の採用等の農法論的側面に与えた灌漑開発の効果を分析的に明らかにしたいと思う。

用いた資料は1977年農業センサスと1983-84年農業センサスである。横断面データという資料の制約上、灌漑が農業の変化に与えた動態的な影響を直接計測することはできず、灌漑面積率の地域差および階層差を利用して、回帰式を計測しその係数を推定するという方法をとった。地域区分は1983年の地方行政改革以前の県（以下単に県と称する）単位であり、チッタゴン丘陵県とバンドルボン県を除

く19地域⁽⁶¹⁾、また経営階層区分は0.50エーカー未満、0.50エーカー以上1.00エーカー未満、1.00エーカー以上1.50エーカー未満、1.50エーカー以上2.50エーカー未満、2.50エーカー以上7.50エーカー未満、7.50エーカー以上の6階層（77年センサスでは統計数値の精度が粗く有効数字の問題があるため、下位2階層を一つにまとめて5階層とした）であり、したがって標本数は114（77年センサスでは95）である。

1983-84年センサスは全世帯を対象にした文字どおりのセンサスであるが、1977年センサスは標本センサスである。すなわち各郡（*Thana*）の約14%の徴税村（*Mouza*）を選び、その中からさらに耕種農家と畜産農家を約50万戸（全戸数685万戸の7%に相当する）を抽出したものである。

1977年と1983-84年では灌漑の進展度が大きく異なっている。本分析で使用する灌漑区分を基準にして整理すると、次のようになる。

すなわち前掲図6に示すように、1977年には灌漑面積は約300万エーカーであり、そのうち「伝統的灌漑」が全体の51%（用水路9%、ドン、スウィング・バスケット29%、「その他」13%）、「近代的灌漑」が残りの49%（低揚程ポンプ41%、チューブウェル8%）を占めていたが、1983-84年になると、灌漑面積は460~470万エーカーに増加し、「地表水灌漑」が全体の65%（低揚程ポンプ38%、用水路8%、ドン、スウィング・バスケット19%）、「地下水灌漑」が残りの35%（チューブウェル28%、「その他」7%）となった⁽⁶²⁾。

(2) 仮説

以下に検証すべき仮説を提示する。

a. 土地の高さと灌漑の導入の関係について

a-1. 雨期の残留水や減水した河川水などから揚水するドンやスウィング・バスケット、低揚程ポンプはもっぱ

ら低位地を中心に普及した。

- a-2. 地下水を揚水するチューブウェルは低位地に限らず、中位地にも普及した。
- b. 灌漑の導入による作付パターンの変化について
 - b-1. 最大の変化はボロの作付面積の増加である。
 - b-2. 高収量品種の利用が可能になった1970年代末には、灌漑導入は小麦の作付面積の増加をもたらした。
 - b-3. 従来乾期に無灌漑で栽培されてきた豆類、油料種子などの「乾地ラビ作物」の作付面積を減少させた。
 - b-4. ボロの高収量品種の生育後期はアウスの初期生育期と重なり、したがってアウスの作付面積を減少させた。
 - b-5. ボロの高収量品種の栽培はアウスと同様の理由により、散播アモンの作付面積を減少させた。
- c. 灌漑の導入による品種選択への影響について
 - c-1. 灌漑の導入は、アウス、アモン、ボロの種類によらず米の高収量品種の普及率を上昇させた。
 - c-2. 移植アモンやアウス（後者における普及率は無視できる程低い）におけるパジャムは、比較的水利条件のよい天水田に向けた品種であり、灌漑導入の影響は基本的には受けない。
 - c-3. ボロ作におけるパジャムは在来種と同様、灌漑の導入とともに減少し、高収量品種に代替される傾向にある。
 - c-4. 灌漑の導入は、小麦の高収量品種の普及率を上昇させた。
- d. 灌漑の導入による化学肥料、農薬の投入への影響について
 - d-1. 灌漑の導入は総じて化学肥料の投入や農薬の散布を促進した。

(3) 計測方法

仮説の検証は重回帰式の計測をもって行なう。

仮説 a の検証は、灌漑面積率（対純作付面積）を被説明変数として、高位地率と低位地率で説明し、その係数をみることによって行なうのに対して、仮説 b, c, d については、作付パターンに関する変数や投入財に関する変数を被説明変数として、灌漑面積率によって説明し、その係数をみることによって検証する。

焦点となる説明変数（仮説 a では高位地率と低位地率、仮説 b, c, d では灌漑面積率）以外の要因の影響を排除するため、以下の説明変数を回帰式に組み入れた。

第1に経営規模を家族労働力数（10歳以上の男女）で除した土地労働比率（エーカー／人）、および経営地に占める借地の割合としての小作面積率（％）という、農業経営戦略上の意思決定に影響を及ぼすと考えられる社会・経済的要因である⁽⁵³⁾。

第2に土地の水文環境や土壌条件を示す土地の高さ（高位地率、低位地率）である（仮説 a を除く）。これらは、中位地を基準としたいわばダミー変数に近い性格をもたせたものである。

第3に県ダミーである。19県を対象とするため、ダミー変数の数は18個である。これらの県ダミーは、主として県レベルの気象条件や市場条件の差異などを表すものと考えている。

次に仮説 b, c, d の検証における被説明変数について説明しておこう。

仮説 b の作付パターンに関する指標は、一定の耕地における作付の頻度を表わす「作付集約度」（純作付面積に対する延べ作付面積の割合）、作付された各作物の「作付率」（純作付面積に対する各作物の作付面積の割合）である。作物の区分は、1983-84年センサスについては、アウス、移植アモン、散播アモン、

ポロ、小麦、ジュート、豆類、油料種子、野菜、「その他作物」⁽⁵⁴⁾の10種類とし、1977年センサスでは移植アモンと散播アモンの分類が得られないため、9種類とした⁽⁵⁵⁾。定義から明らかであるように、各作物の「作付率」の和は「作付集約度」に等しい。また回帰式の計測における「作付率」の係数の和も「作付集約度」の係数に等しく、したがって後者に対する前者の寄与度が計算できる格好になっている点に注意を喚起しておきたい。

仮説cの被説明変数は、米および小麦の品種別面積率である。品種の区分については、1983-84年センサスでは在来品種、パジャム、高収量品種の区分が利用可能であったが、1977年センサスでは在来品種、高収量品種の区分のみである。

最後に、仮説dの被説明変数は化学肥料、農薬の採用面積率である。これらについては作物別には得られず、対延べ作付面積の比率だけを採った。

(4) 計測結果

a. 土地の高さと灌漑の導入の関係について

計測結果は表5に示す。

まず仮説a-1については、77年の「近代的灌漑」と83-84年の「地表水灌漑」の計測結果によりほぼ検証された。すなわち両者とも低位地率の係数だけが正で有意であり、よって

表5 土地の高さと灌漑の導入

	'77年		'83-84年	
	伝統的灌漑	近代的灌漑	地表水灌漑	地下水灌漑
高位地率	-0.13 (-1.83)	-0.03 (-0.35)	0.12 (1.66)	-0.28 (-4.09)
低位地率	-0.03 (-0.36)	0.17 (1.98)	0.54 (5.64)	0.02 (0.18)
R ²	0.91	0.86	0.94	0.96

注. 説明変数には土地人口比率、小作面積率、県ダミー(18個)が入っているが表示していない。
()内はt値。

低揚程ポンプやドン、スウィング・バスケットが低位地に偏って普及していることがほぼ確認されたのである。

仮説a-2についても確認された。つまり83-84年センサスの「地下水灌漑」の結果をみると、高位地率のパラメータだけが負で有意であり、チューブウェルが中位地と低位地に偏りなく普及したことを示している。

b. 灌漑の導入による作付パターンの変化について

計測結果は表6、表7に示す。

まず仮説b-1(ポロの拡大)について検討すると、両センサスのすべての灌漑面積率の係数が正で有意であり、しかもあらゆる作物のなかで最大値をとっていることが確認されよう。係数の値は、1ポイントの灌漑面積率が何ポイントのポロ作付率の増加を誘発するかを示すものであるが、「伝統的灌漑」が最小で0.69、「近代的灌漑」が最大で0.99であり、「地表水灌漑」が0.88で大きく、「地下水灌漑」が0.73で小さいことを総合的に考えれば、低揚程ポンプの導入がポロの拡大を最も促進し、チューブウェルや人力灌漑などはそれよりも劣るということができよう。

次に仮説b-2(小麦の拡大)であるが、係数が正で有意であるのは83-84年の「地表水灌漑」だけである。77年にほとんど反応がみられなかったのは、高収量品種の利用可能性がまだ十分でなく、収益性が高くなかったからであろう。また83-84年時点において「地下水灌漑」に対する反応がなかった事実は、灌漑利用による小麦作の拡大がクミツラなどの低揚程ポンプを中心とする地域だけで生じ、北西部のチューブウェル地域ではむしろ無灌漑による小麦作拡大が生じたことを示唆するものである⁽⁵⁶⁾。また小麦作面積が1970年代末から急激に伸びた後、1980年代半ば以降に頭打ちになった背景には、こうした地下水開発に対する非連動性があると考えられよう。

仮説b-3(乾地ラビ作物の縮小)について

は、まず豆類に注目されたい。灌漑面積率の係数はすべて負であり、特に低揚程ポンプの導入による豆類の縮小効果ははっきりしていることがわかるであろう（77年の「近代的灌漑」、83-84年の「地表水灌漑」の係数に注目）。豆類の生産は分離独立後一貫して停滞し、1人当たり消費可能量が激減してきたのであるが⁽⁶⁷⁾、灌漑の導入はこうした傾向を助長させてきたということができよう。一方、油料種子については結果は単純ではなく、77年にはほとんど影響がなかったのに対し、83-84年には「地表水灌漑」は負、「地下水灌漑」は正の効果をもった。

次に仮説b-4（アウスの縮小）であるが、結論として次のようにいうことができよう。すなわち低揚程ポンプやチューブウェルによる灌漑が導入された地域ではアウスの縮小傾向は明らかであり、多くの調査事例と整合的

であり⁽⁶⁸⁾、かつマクロ統計からみた1970年代末以降のアウスの作付面積の減少傾向とも整合的であるが、77年の「伝統的灌漑」の係数は逆に正で有意である。これはおそらく伝統的灌漑方法によってアウスの作付が行なわれてきた地域の存在を示唆するものであろう。またボロ作の導入に伴うアウス作の放棄という現象は、低位地よりも中位地においてより明確に観察されることが予想されるが、83-84年の「地下水灌漑」の係数の絶対値（負）が最も大きいという本計測結果はそれを支持するものである。

仮説b-5（散播アモンの縮小）は全く支持されなかった。これは近年の散播アモンの時系列的な縮小傾向に反するものであり⁽⁶⁹⁾、また具体的事例に基づく一般的な認識にも反するものであるが⁽⁶⁰⁾、原因はよくわからない。

最後に、本計測によって明らかになった上

表6 灌漑の導入による作付パターンの変化(1977年センサス)

	高位地率	低位地率	伝統的灌漑	近代的灌漑	R ²
作付集約度	-0.15 (-0.96)	-0.48 (-2.86)	0.61 (2.38)	0.58 (2.41)	0.96
アウス	-0.18 (-1.65)	-0.30 (-2.53)	0.44 (2.49)	-0.41 (-2.47)	0.94
アモン	-0.18 (-1.34)	-0.41 (-2.81)	-0.59 (-2.66)	0.33 (1.58)	0.95
ボロ	-0.05 (-0.90)	0.17 (2.83)	0.69 (7.48)	0.99 (11.55)	0.98
小麦	-0.12 (-2.94)	-0.13 (-3.04)	0.08 (1.17)	-0.04 (-0.58)	0.92
ジュート	0.04 (0.76)	-0.01 (-0.25)	0.02 (0.21)	-0.06 (-0.83)	0.96
豆類	0.19 (1.87)	0.22 (1.99)	-0.11 (-0.65)	-0.25 (-1.54)	0.95
油料種子	0.04 (1.02)	0.06 (1.53)	0.00 (0.09)	0.05 (0.91)	0.93
野菜	-0.01 (-0.11)	-0.06 (-0.65)	0.04 (0.33)	-0.04 (-0.34)	0.78
その他	0.02 (0.40)	0.00 (0.03)	-0.11 (-1.53)	0.01 (0.08)	0.92

注。表5に同じ。

表7 灌漑の導入による作付パターンの変化(1983-84年センサス)

	高位地率	低位地率	地表水灌漑	地下水灌漑	R ²
作付集約度	0.04 (0.22)	-0.18 (-0.68)	0.57 (2.33)	0.07 (0.26)	0.95
ア ウ ス	0.19 (1.46)	0.41 (2.27)	-0.10 (-0.59)	-0.61 (-3.50)	0.89
移植アモン	-0.19 (-1.29)	-0.04 (-1.29)	-0.66 (-3.30)	-0.50 (-2.46)	0.97
散播アモン	-0.09 (-1.07)	0.47 (3.87)	-0.09 (-0.76)	0.04 (0.32)	0.97
ボ ロ	-0.02 (-0.27)	0.21 (2.18)	0.88 (9.91)	0.73 (8.04)	0.98
小 麦	-0.05 (-1.17)	-0.14 (-2.19)	0.22 (3.73)	-0.01 (-0.15)	0.96
ジュート	-0.07 (-1.59)	-0.02 (-0.33)	-0.09 (-1.51)	0.08 (1.38)	0.97
豆 類	0.12 (1.92)	0.27 (3.15)	-0.19 (-2.35)	-0.09 (-1.05)	0.97
油料種子	-0.00 (-0.04)	0.10 (2.39)	-0.05 (-1.22)	0.07 (1.89)	0.98
野 菜	0.10 (0.70)	-1.19 (-5.80)	0.51 (2.62)	0.37 (1.89)	0.63
そ の 他	0.06 (1.27)	-0.25 (-3.80)	0.13 (2.19)	-0.02 (-0.34)	0.93

注. 表5に同じ.

述の仮説検証以外の事実について言及しておく。

まず最大の事実発見は灌漑導入に伴う移植アモンの縮小傾向である。それは特に83-84年センサスの分析から明らかになった事実である。しかもその縮小の度合は大きく、「地表水灌漑」では1ポイントの灌漑面積率の増加に対して移植アモン作付率は0.66ポイントも減少したのであり、「地下水灌漑」でも0.50ポイントの減少である。

移植アモンは通常ボロ灌漑作との作期の競合はない。とすれば、これはボロ作拡大による負の効果ではなく、他の作物の作付によって代替されたものと考えざるを得ない。仮説の段階にとどまるが、本計測結果から推測できることは、灌漑による野菜作の拡大によって移植アモンが駆逐されたということであ

る。実際野菜における灌漑面積率の係数は正で有意であり、しかもその値が0.51, 0.37と大きい。野菜の4割以上はジャガイモ、サツマイモであり、残りがナス、キュウリなどのイモ類以外の野菜であるが、特に寄与が大きいのは後者である⁽⁶¹⁾。1970年代末から都市化などの影響を受けてその需要が全般的に拡大し、そこに灌漑が使用されたものと推察されよう。つまり中位地を中心に導入された一部の灌漑は、移植アモンから野菜への転換を促したと思われる。ただし、マクロ統計でみれば移植アモンの作付面積は1970年代半ば以降増加傾向にあり、計測結果と整合的ではなく、今後の検討課題として残されている。

最後に灌漑開発が作付集約度全般に与えた影響について言及しておく。77年の「伝統的灌漑」、「近代的灌漑」、83-84年の「地表水

「灌漑」の係数はいずれも0.60前後で有意であり、これらの灌漑の導入が雨期作体系における全くの犠牲なしに新たな乾期作の作付を可能にしたのではなく、40%程度の面積において雨期作一作を犠牲にしたことを意味している。さらに深刻なのが83-84年の「地下水灌漑」である。その係数は0.07で正ではあるが有意ではなく、新たな乾期作の作付がほぼ同じ面積の雨期作の犠牲の上に可能になったのである。ただし、いうまでもないことであるが、乾期灌漑作の生産性や収益性は、犠牲になった雨期の天水作よりもはるかに大きく、作付集約度が上昇しない事実をもって灌漑投資の効果を過小評価することはできないであろう。

c. 灌漑の導入による品種選択への影響について

計測結果は表8、表9、表10、表11、表12に示す。

まず仮説c-1について検討しよう。まず表8によって米全体についてみると、77年の「近代的灌漑」を除き、在来品種から高収量品種への転換効果が明らかである。83-84年の「地表水灌漑」と「地下水灌漑」の係数は0.45前後であり、灌漑面積の拡大分の約45%の面積で米の高収量品種への転換が生じていること

が示されている。

しかしこれをアウス(表9)、アモン(表10)、ボロ(表11)別にみると、事態はそう単純ではないことがわかる。すなわち概ね灌漑の導入とともに高収量品種の採用率が高まる傾向がみられるとはいえ、いくつかの例外が存在する。そのうち主要なものを指摘すれば、次のようである。

第1に83-84年の「地下水灌漑」の効果が弱いことである。特にアウス、移植アモンにおいてそうした傾向がある。これはおそらく、「地下水灌漑」がアウスや移植アモンに使用されることがほとんどないことを示すものであろう。

第2に77年の「近代的灌漑」の移植アモンの品種選択に与える影響が予想と全く逆転しているということである。つまり灌漑の導入は逆に在来品種の採用を強く促進しているのである。その原因は全く不明である。

第3に77年の「伝統的灌漑」、「近代的灌漑」がともにボロの高収量品種の採用率にはほとんど影響を与えていないということである。その原因究明も今後の課題である。

一方、計測の副産物としてここで注目すべき点は、高位地率と低位地率の係数である。

表8 灌漑の導入と米の品種選択

	'77年		'83-84年		
	在来品種	高収量品種	在来品種	バジャム	高収量品種
高位地率	0.16 (2.39)	-0.16 (-2.39)	0.05 (0.69)	-0.12 (-3.27)	0.07 (1.42)
低位地率	0.08 (1.03)	-0.08 (-1.03)	0.26 (2.57)	-0.11 (-2.13)	-0.13 (-1.79)
伝統的灌漑	-0.36 (-2.21)	0.36 (3.21)			
近代的灌漑	-0.00 (-0.01)	0.00 (0.01)			
地表水灌漑			-0.48 (-5.29)	0.02 (0.39)	0.46 (6.51)
地下水灌漑			-0.41 (-4.52)	-0.02 (-0.32)	0.43 (6.02)
R ²	0.96	0.96	0.98	0.96	0.98

注. 表5に同じ。

表9 灌漑の導入とアウスの品種選択

	'77年		'83-84年		
	在来品種	高収量品種	在来品種	パジャム	高収量品種
高位地率	-0.14 (-2.31)	0.14 (2.31)	-0.06 (-1.36)	-0.04 (-3.08)	0.10 (2.61)
低位地率	-0.03 (-0.53)	0.03 (0.53)	0.15 (2.40)	-0.04 (-1.85)	-0.11 (-2.01)
伝統的灌漑	-0.14 (-1.42)	0.14 (1.42)			
近代的灌漑	-0.39 (-4.24)	0.39 (4.24)			
地表水灌漑			-0.10 (-1.73)	-0.01 (-0.31)	0.11 (2.03)
地下水灌漑			-0.05 (-0.80)	-0.00 (-0.14)	0.05 (0.94)
R ²	0.94	0.94	0.98	0.95	0.98

注. 表5に同じ.

表10 灌漑の導入とアモンの品種選択

	'77年 (アモン)		'83-84年 (移植アモン)			'83-84年 (散播アモン)	
	在来品種	高収量品種	在来品種	パジャム	高収量品種	在来品種	高収量品種
高位地率	0.20 (2.16)	-0.20 (-2.16)	0.08 (0.81)	-0.21 (-2.67)	0.13 (2.19)	-0.04 (-1.04)	0.04 (1.04)
低位地率	0.17 (1.67)	-0.17 (-1.67)	0.30 (2.20)	-0.27 (-2.47)	-0.03 (-0.30)	0.05 (0.98)	-0.05 (-0.98)
伝統的灌漑	-0.91 (-5.71)	0.91 (5.71)					
近代的灌漑	0.48 (3.24)	-0.48 (-3.24)					
地表水灌漑			-0.30 (-2.37)	0.15 (1.43)	0.15 (1.92)	0.03 (0.59)	-0.03 (-0.59)
地下水灌漑			-0.06 (-0.77)	0.08 (0.77)	-0.02 (-0.22)	-0.22 (-4.31)	0.22 (4.31)
R ²	0.92	0.92	0.98	0.96	0.99	0.97	0.97

注. 表5に同じ.

すなわちアウスや移植アモンにおいては、高収量品種は（灌漑条件を一定とすれば）高位地に偏り、ポロにおいては中位地に偏っているということである。両者の違いは、前者が水制御の困難な雨期作であり、高収量品種は灌漑さえ得られれば洪水の影響のない高位地が適地であるのに対し、乾期の初期と末期における水不足や洪水の影響を受けやすい高位地や低位地は乾期作にとっては劣等地である

という事情を反映するものといえよう。

次に仮説c-2については、アウス、移植アモンともにほぼ妥当性が確認されたといえるであろう。つまりパジャムは灌漑の導入には影響されない。また上と同様に高位地率と低位地率の係数に注目すれば、アウスや移植アモンのパジャムは中位地での採用に強く偏っていることが示され、パジャムが比較的水利条件のよい天水田に適した品種であることが

表11 灌漑の導入とポロの品種選択

	'77年		'83-84年		
	在来品種	高収量品種	在来品種	パジャム	高収量品種
高位地率	-0.34 (-0.58)	0.34 (0.58)	0.11 (0.89)	0.06 (2.90)	-0.17 (-1.36)
低位地率	0.06 (0.09)	-0.06 (-0.09)	0.43 (2.45)	0.09 (3.22)	-0.52 (-2.96)
伝統的灌漑	-0.21 (-0.21)	0.21 (0.21)			
近代的灌漑	-0.33 (-0.36)	0.33 (-0.36)			
地表水灌漑			-0.26 (-1.59)	-0.11 (-4.24)	0.38 (2.28)
地下水灌漑			-0.23 (-1.34)	-0.04 (-1.39)	0.27 (1.56)
R ²	0.56	0.56	0.96	0.98	0.96

注. 表5に同じ.

表12 灌漑の導入と小麦の品種選択

	'77年		'83-84年	
	在来品種	高収量品種	在来品種	高収量品種
高位地率	0.32 (1.12)	-0.32 (-1.12)	0.59 (5.16)	-0.54 (-5.16)
低位地率	-0.20 (-0.64)	0.20 (0.64)	0.18 (1.23)	-0.18 (-1.23)
伝統的灌漑	0.39 (0.82)	-0.39 (-0.82)		
近代的灌漑	0.32 (0.75)	-0.32 (-0.75)		
地表水灌漑			0.47 (3.35)	-0.47 (-3.35)
地下水灌漑			0.24 (1.67)	-0.24 (-1.67)
R ²	0.70	0.70	0.98	0.98

注. 表5に同じ.

再確認された。

灌漑導入によってポロ作においてはパジャムは縮小するとする仮説c-3も確認された(表10)。このことは高位地率、低位地率のパラメータに関する以下のような事実発見からも支持される。つまりポロにおいては、パジャムは高位地や低位地という、高収量品種の採用には不向きないわば限界地に追いやられているわけである。

最後に仮説c-4については表12を参照さ

りたい。表によれば灌漑の導入によって逆に小麦の在来品種の採用率が高まることが示されており、仮説は全面的に否定された。このことは特に、83-84年の計測において顕著であるが、その原因は不明である。

d. 灌漑の導入による化学肥料、農薬の投入への影響について

計測結果は表13に示す。灌漑は概ね化学肥料や農薬の投入に対して正の効果を与えており、仮説はほぼ支持されたといえよう。

表13 灌漑の導入と化学肥料, 農薬の投入

	化学肥料投入面積率		農薬投入面積率	
	'77年	'83-84年	'77年	'83-84年
高位地率	-0.07 (-0.63)	-0.07 (-0.63)	-0.05 (-1.06)	-0.10 (-1.46)
低位地率	-0.30 (-2.49)	0.10 (0.62)	-0.01 (-0.26)	-0.11 (-1.19)
伝統的灌漑	-0.13 (-0.69)		0.19 (2.59)	
近代的灌漑	0.61 (3.61)		0.36 (5.20)	
地表水灌漑		0.24 (1.65)		0.19 (2.09)
地下水灌漑		0.32 (2.19)		0.12 (1.31)
R ²	0.98	0.97	0.99	0.96

注. 表5と同じ。

- 注(1) 地表および地下の水の状態・由来・分布・移動などを研究する学問の一分野として hydrology があり, わが国では水文学ないし陸水学と称している。
- (2) こうした概念をはじめて用いたのは石井である(石井〔19〕)。石井はタイのチャオプラヤ河上流域に成立した「古代的核心域」は「工学的適応」の稲作, 下流域に成立した「中世的貿易国家」は「農学的適応」の稲作に基盤をもっていたと論じた。
- (3) 半矮性とは短稈ではあるが穂長は短縮しないという特異な性質であり, 多収性に顕著な寄与をしたが, 水位が不安定で冠水が多い天水田や深水田には全く不向きな性質である。日長に関係なく一定期間後に開花する非感光性の性質も, モンスーンアジアでは日長が水位変動と連動しているため, 天水田や深水田には向かない。また肥料反応性は倒伏しにくい性質つまり短稈性と密接な関連がある。
- (4) 河川の水量の年分布をみると, ガンジス, ブラフマプトラ(ジヨムナ)の両河川の水量はイラワジやメコンにほぼ匹敵する。またメグナはこれらの大河川の約3分の1の水量でしかないが, それでもチャオプラヤよりもはるかに大きい(ガンジス, ブラフマプトラ, メグナの水量の年分布はジョンソン〔22〕, 36ページ, イラワジ, メコン, チャオプラヤのそれは高谷〔32〕, 96ページ参照のこと)。
- (5) 一村落内での多様な水文環境の複雑な分布状況を描いた例として, 例えば菱口〔26〕, 43ページを参照されたい。
- (6) アウス, アモン, ポロはインディカ系統の稲の亞種(sub-variety)である。主として作期による分類であるが, 当然その作期に適した性質

を備えており, それによって区別される。

- (7) アウスは寒さに弱く最も暑いパドイ期に栽培される。従来は主に高位地において陸稲的な栽培が行なわれてきたものである。しかし後述のようにアウスは遅くとも今世紀半ばまでには中位地や低位地にも進出し始めた。
- (8) 近代的な灌漑施設が普及し始める1960年代半ば以前のポロ作付面積(約90万エーカー)からみて, 低位地の4分の1弱が浮稲さえ生存できない最低位地と推測される。低位地は農地の約20%を占めるから, こうした最低位地は農地全体からすれば5%程度ということになろう。
- (9) ドンとは木の幹をくり抜いた舟形の細長い樋をおもりによって操作する揚水道具。1回の操作によって約45リットルの水が揚水でき, 1分間に約10回の操作ができる。しかし揚水可能な揚程差はわずかに30~60cmであり, あまり高低差のない所に十分な水が存在する地域でのみ活用できる。またスウィング・バスケットは通常2人で操作し, 1分間に20~25回操作できる。1回の操作で10リットル強が揚水できる。揚水可能な揚程差はドンよりも大きく60~120cmであるが, 極めて労働集約的なきつい仕事である。
- (10) Islam〔21〕, p.68.
- (11) 中間地主の発展については白田〔33〕やIslam〔21〕に詳しい。
- (12) 例えば1888年の植民地官僚によるいわゆるデファリン(Defferin)報告, 『ベンガルにおける下層人口の生活状況に関する報告』には, 「東ベンガルの農民はおそらく世界で最も裕福であろう」と記されている。詳しくはSchendel〔30〕, p.15を参照。
- (13) レイサム〔27〕を参照。

- (14) イラワジ・デルタの開拓過程については Adas [1] に、チャオプラヤ・デルタの開拓過程については Johnston [23] に詳しく述べられている。
- (15) モイメンシン、クミツラ(ティッペラ)、ボグラ、ダッカでは、ジュート作付面積の対耕地面積比率は1910年代の最盛期には20%を超えたが、松井 [28] は、農業統計の詳細な分析を通じて、従来の研究がともすれば「植民地体制下」におけるジュート生産の拡大を過大評価してきたのではないかという重要な指摘を行なっている。
- (16) 後述のように1911年からダッカで稲作研究が開始されており、全く何もしなかったというわけではない。また洪水防衛や灌漑が進展しなかったのは、むしろデルタ環境ゆえの技術的困難が定期的に働いたのであるが、植民地期の灌漑投資が本国からの間接資本輸出(政府灌漑債券)に依存して行われ、したがって利潤追求を目的にしていたことにもよっていた(多田 [31])。こうして灌漑投資はベンガル地方には向かわず、パンジャブ地方などに集中したのである。
- (17) 1891~1947年の産出成長率は、Blyn [7] や松井 [28] の分析によればほぼ停滞した。また Islam [20] の推計から計算すると、下表に示すように1920~45年の産出成長率は-0.07%で有意ではない。

付表 米生産の年平均増加率
(1920-45年) (%)

	生産量	面積	収量
米	-0.07	0.22	-0.29
アウス	0.62	0.36*	0.26
アモン	-0.33	-0.16	-0.49
ボロ	1.00*	0.34*	0.66*

(注) Islam [20] の修正データの Dacca, Rajshahi, Chittagong 地方の合計値。上肩の*は t 統計量が 2.0以上の係数を示す。

- (18) Boyce [9], p.6.
 (19) Boserup [8] を参照。
 (20) Hayami and Ruttan [15], pp.90-92.
 (21) 藤田 [13] を参照。
 (22) 1980年代末現在、耕種、畜産を含む農業部門全体の付加価値生産額の約3分の2は稲作が生み出したものであり、また耕種部門に限れば、作付面積、付加価値生産額の約4分の3は稲作によって占められている。
 (23) 英領インドの稲作研究は1911年にダッカに専門家(Dr.G.P.Hector)を任命したことに始まった。ダッカではアウスと移植アモンが主として研究された。またシレット県(当時はアッサム州に帰属)のハビゴンジ(Habiganj)では1934年から深水稻(散播アモン)とボロの研究

が開始された。これらの研究は資金的にも陣容的にも著しく貧弱なものであったが、しかし多くの改良品種が選抜、導入、交配などにより開発された(詳しくは Alim *et al.* [3] を参照)。

- (24) 安藤 [4] に従った。
 (25) アウスはほぼベンガル、アッサム、ビハール地方固有の亜種であり(アウスとはベンガル語で「早い」という意味)、雨期作と乾期作の二分法ではとらえられない特殊な性格をもつ稲である。ここに、単に雨期作に乾期作が付け加わるという通常のパターンとは違った展開をたどったベンガル・デルタの特殊性がある。
 (26) 注(17)の付表によれば、1920-45年のアウスの作付面積の増加率は、年率0.36%で有意である。
 (27) 二期作に適したアウスの極早生改良品種として、*Pukhi*, *Pusur* (生育期間85日), *Paspai* (85-90日), *Dular* (80-85日), *Hashikatmi*, *Harinmuda* (80日), *Dhalasaita* (85日) などが開発された。
 (28) ナジャシャイルは1941/42年(7月1日から翌年6月30日までの農業年度。以下同様)にアフリカのナイジェリアから導入され、1944/45年に奨励品種として発表されて以来、急速に普及したものである。移植アモンの単作地にアウスが付け加わるという技術変化に言及し、その主たる要因が移植アモンへのナジャシャイルの導入にあったことを指摘したのは、筆者が知る限りではジョーンズ(Jones [24])が最初である。ジョーンズはダッカ県の一村落における今世紀初頭からの土地利用の変化を明らかにするなかで、1930年代頃から貧しい農民層の間で少しずつアウスと移植アモンの二期作が広がり始め、次いで、50年代に入って移植アモンへのナジャシャイルの導入に伴って裕福な農民層にも一気に広がっていった経緯について明らかにしている。
 またダッカの試験場では1946-50年に二期作の試験が行なわれている。それはアウスとして5品種(*Pusur*, *Dular*, *Hashikatmi*, *Harinmuda*, *Dhalasaita*)、移植アモンとして5品種(*Latisail*, *Nizersail*, *Daudin*, *Nagra-68/6*, *Bhashamanik*)を選び、二期作の組合せとしてどの組合せが優れているかを決定する試験であった。結果は、アウスには *Pusur*, *Dhalasaita*、移植アモンには *Latisail* と *Nizersail* が優れているということであった(Alim *et al.* [3], pp.50-51)。
 (29) ただし安藤 [4] はいくつかの具体的事例を挙げながら、低位地だけではなく中位地においても混播栽培が行なわれていること、そしてそうした混播栽培を可能にした要因として品種改良だけでなく、散播アモンをアウスと同時に刈り取らない収穫方法(通常はアウスの収穫時にまだ実っていない散播アモンも植物体の途

中から刈り取ってしまう)などの栽培方法の普及があったことを指摘している。

(30) 例えば *Patuakhali* というアウスの品種は数フィート (150~180cm) の水位でもよく育つ混播栽培に適した品種である (Alim *et al.* [3], p.33)。

(31) 安藤 [4] が力説するところである。

(32) Zaman [34] による。また Hobbs *et al.* [18] によれば、混播栽培が散播アモンに占める割合は54%、混播栽培がアウス作に占める割合は28%と推定されている。

(33) 詳細は Alastair and Magor [2] を参照。

(34) 注(2)で述べたように、ジョーンズ (Jones [24]) は1930年代に貧しい農民の間で二期作が徐々に広まった事実を明らかにしたが、それは二期作の進展の背景に人口圧力の増大があったことを示唆するものである。さらに現代においても経営規模の小さい貧しい階層ほどアウスの作付率 (アウス作付面積を純作付面積で除した比率) が高いという傾向が明らかであり (1977年センサスを分析した藤田 [12] を参照。また1983-84年センサスの分析によっても再確認された。下の回帰式を参照)、これもアウスの追加的作付が人口圧力に強く関係していることを裏付けるものである。

$$\text{AUS}=49.6 -1.43\text{A} -0.06\text{S} +0.30\text{LH} +0.17\text{LL} \\ (9.98) (-8.06) (-1.03) (2.44) (1.10)$$

+ (地域ダミー) 自由度調整済み決定係数=0.87
ただし、AUS (アウス作付率)、A (経営規模)、S (小作面積率)、LH (高位地率)、LL (低位地率)、括弧内は *t* 値。

(35) バングラデシュ統計局の公式統計では1968/69年以前の灌漑面積は不明となっているため、独自に推計した。推計は、1969/70年以降数年間においてポロ作の灌漑比率と全灌漑面積に占めるポロ灌漑面積のシェアが比較的安定していることに着目して行なった。つまり、いま推計すべき全灌漑面積を A_t とし、既知のポロ作付面積を A_p とすると、ポロ作の灌漑比率 α 、全灌漑面積に占めるポロ灌漑面積のシェア β が安定していれば、以下の簡単や算式によって A_t は推計できるのである。すなわち、

$$A_t = \alpha / \beta * A_p$$

である。また低揚程ポンプとチューブウェルの灌漑面積は別途 BADC の統計があり、これを利用すれば、低揚程ポンプとチューブウェル以外の「伝統的灌漑」面積も推計できる。

(36) どのタイプの伝統的方法による灌漑面積が増加したかについては不明である。しかしいずれにせよ、推計が正しいものとすれば、ポロ作の収益性の上昇に極めて敏感に反応する「合理的」なベンガル農民の姿が容易に想像されるであろう。同様のことはジュート価格に対する反応性 (例えば1984/85年のジュート国際価格の高騰により、生産量は約90万トンから翌年には140万トンへ増加した) からも認められる。

(37) 低揚程ポンプは主として渦巻きポンプ (centrifugal pump)、エンジン、パイプから構成され、揚程差 5~10m、揚水効率 1~2 cusec (毎秒立方フィート) で地表水を汲み上げることができ、灌漑可能面積は 1 cusec 当たり約30エーカー (実際には10~25エーカー)、耐用年数は約7年である。

(38) 藤田 [14] を参照。

(39) 灌漑施設に対する公的補助率は低揚程ポンプが68%、深井戸が77%であった (Khan [25], p.415)。

(40) 例えば Coward [10] を参照。

(41) 詳しくは Hamid [16] を参照。

(42) BRRI が指定した品種をいう。1984年のBRRIの広報誌によれば、BR 1からBR 6までのBR品種とIR 5, IR 8, IR20, *Purbachi* の20品種が指定されている。

(43) バジャムはマレーシアの在来種 *Mayang Ebos* と台中65号の交配種であり、マシュリ (*Masuri*) とも呼ばれる。1950年から大々的に行なわれたFAOのインディカ・ジャポニカ交配プログラムの数少ない成果の一つである。比較的水利条件のよい天水田に適した品種であり、品質がよく、また適度な投入財 (化学肥料など) の投入水準下で比較的高い収量が期待できる改良品種である。バングラデシュには、1960年代初頭に農村開発アカデミー (BARD) で働いていた日本人研究者によって導入された。したがってバジャムは第三期になって普及し始めたのではない。1970年代末までは単に統計上現れていなかっただけである。なおバジャムは主に移植アモンに普及し、ポロにはあまり普及せず、またアウスにはほとんど普及していない。

(44) アモン全体に占める散播アモンの面積のシェアは、1970年代半ばには約30%であったが、以後一貫して減少し、80年代末には22%程度になっている。

(45) 深井戸は地下50~90mの地下水を水中ポンプ (submersible pump) で汲み上げるもので、20馬力程度のエンジンが必要とする。揚水効率は2~3 cusec、灌漑可能面積は60~80エーカー (実際には30~50エーカー) であり、資本コストは低揚程ポンプや浅井戸の5倍以上 (ただし耐用年数は2倍の約15年) である。

(46) 浅井戸は地下25~45mの地下水を渦巻きポンプで汲み上げるもので、数馬力のエンジンでよい。揚水効率は0.5~0.75cusec、灌漑可能面積は15~25エーカー (実際には5~15エーカー) である。

(47) 低揚程ポンプの売却化は進展したが、深井戸の売却化はあまり進展しなかった。その背景にはいくつかの要因があった。第1に低揚程ポンプは価格が安かったこと、第2に低揚程ポンプのエンジンは、表面水がなくなっても浅井戸として活用できたこと、さらにはポートや粉摺り

などの非灌漑用にも使用できたこと(深井戸のエンジンを取り外しが不可能), 第3に深井戸の修理は民間業者には困難であり, 公社のサービスが利用できる賃貸方式が望まれたことなどである(Quasem [29])。

- (48) Quasem [29] を参照。
 (49) Biswas [6] を参照。
 (50) Hamid [17] に詳しい。
 (51) チッタゴン丘陵県とバンドルボン県はビルマ国境の丘陵地帯にあり, 焼き畑(ジウム耕作)が広く行なわれるなど農法が全く異質と考えられるので除外した。
 (52) 77年センサスにおいては「伝統的灌漑」と「近代的灌漑」, 83-84年センサスでは「地表水灌漑」と「地下水灌漑」という分類にせざるをえなかったのは, むろんセンサスで得られる灌漑の区分がこの程度のものである。なおバングラデシュ統計局の区分による「その他」の大部分は井戸灌漑と考えられる。
 (53) 土地労働比率, 小作面積率といった制度的要因がいかなる影響を与えたかを分析することも可能であるが, 本稿では技術的要因に限定して分析を行なうこととし, 他日を期したい。
 (54) 「その他作物」にはサトウキビ, タバコ, スパイス, 粗粒穀物などが含まれる。
 (55) センサス統計による作付集約度, 各作物の作付率の全国平均値を参考に示しておこう。1977年には, 作付集約度が165.0で, 内訳はアウス38.7, アモン63.6, ポロ11.6, 小麦3.3, ジュー

ト10.4, 豆類16.2, 油料種子6.1, 野菜7.0, 「その他作物」8.1であり, 1983-84年センサスにおいては, 作付集約度が170.4で, 内訳はアウス40.3, 移植アモン45.3, 散播アモン17.8, ポロ16.4, 小麦7.0, ジュート9.3, 豆類11.3, 油料種子7.4, 野菜5.5, 「その他作物」10.1である。

- (56) 小麦作付面積に対する灌漑率は, 小麦作の急激な拡大が生じる直前の1977/78年には約50%であったが, 1980年代に入って35~40%へ大きく下落した。
 (57) Elias [11] を参照。
 (58) 代表的には菱口 [26] に詳しい。
 (59) 注(44)を参照。
 (60) Bene [5] を参照。
 (61) 野菜作面積のうちジャガイモが29%, サツマイモが13%, 残りが58%を占めるということ念頭においた上で, 計測結果を示す下表を参照されたい。

	高位地	低位地	地表水灌漑	地下水灌漑	\bar{R}^2
野菜	0.10 (0.70)	-1.19 (-5.80)	0.51 (2.62)	0.37 (1.89)	0.63
ジャガイモ	0.05 (2.70)	-0.06 (-2.14)	0.03 (1.22)	0.09 (3.59)	0.90
サツマイモ	-0.05 (-5.19)	-0.06 (-4.71)	0.02 (1.75)	-0.00 (-0.35)	0.93
その他の野菜	0.10 (0.75)	-1.02 (-5.82)	0.46 (2.62)	0.28 (1.60)	0.61

〔引用文献〕

- [1] Adas, Michael, *The Burma Delta: Economic Development and Social Change on an Asian Rice Frontier, 1852-1941*, Wisconsin: The University of Wisconsin Press, 1974.
 [2] Alastair, W.O. and N.P. Magor, *A Model of Resource Constraints on Turnaround Time in Bangladesh*, Los Banos: International Rice Research Institute (Research Paper Series No.130), 1987.
 [3] Alim, A. et al, *Review of Half a Century of Rice Research in East Pakistan*, Dacca: East Pakistan Government Press, 1962.
 [4] 安藤和雄「ベンガル・デルタ低地部の稲作——バングラデシュ東部地方におけるアウス・散播アモンの混播栽培とパーボイルド米に関するノート——」(『東南アジア研究』第25巻第1号, 1987年6月, 125~139ページ)。
 [5] Bene, T.C., "A Potential Cropping System Based on Ratooned Deepwater Rice in Bangladesh," In IRRI, *1987 International Deepwater Rice Workshop*, 1988, pp.481-495.
 [6] Biswas, M.R., "Management Crisis of Minor Irrigation in Bangladesh," In Bangladesh Agricultural University, *Evaluating the Role of Institutions in Irrigation Programme: Some Preliminary Findings*, 1985, pp.1-26.
 [7] Blyn, George, *Agricultural Trends in India, 1891-1947: Output, Availability, and Productivity*, Philadelphia: University

of Pennsylvania Press, 1966.

- (8) Boserup, Ester, *The Conditions of Agricultural Growth : The Economics of Agrarian Change under Population Pressure*, London : George Allen & Unwin Ltd. 1965.
- (9) Boyce, James K., *Agrarian Impasse in Bengal : Institutional Constraints to Technological Change*, Oxford : Oxford University Press, 1987.
- (10) Coward, E.Walter and Ahmed Badaruddin, "Village, Technology, and Bureaucracy : Patterns of Irrigation Organization in Comilla District, Bangladesh," *The Journal of Developing Areas* 13 (July 1979), pp.431-440.
- (11) Elias, S.M., *Constraints to Production of Pulses in Bangladesh*, Bogor : ESCAP CGPRT Centre, 1988.
- (12) 藤田幸一「バングラデシュにおける農業発展——農業構造と技術変化の関連を中心に——」(『アジア経済』第27巻第12号, 1986年12月, 2~23ページ)。
- (13) 藤田幸一「ジェームズ・K・ボイス『ベンガルにおける農業の停顿』(書評)」(『農業総合研究』第42巻第2号, 1988年4月, 149~158ページ)。
- (14) 藤田幸一「灌漑開発と制度的諸問題」(佐藤宏編『バングラデシュ：低開発の政治構造』, アジア経済研究所, 1990年, 209~257ページ)。
- (15) Hayami, Yujiro and Ruttan, Vernon W., *Agricultural Development : An International Perspective*, London : The Johns Hopkins University Press, 1985.
- (16) Hamid, M.A. et al., *Irrigation Technologies in Bangladesh : A Study in Some Selected Areas*, Rajshahi : Rajshahi University, 1978.
- (17) Hamid, M.A. et al., *Survey of Privatization of Repair and Maintenance Facilities for Irrigation*, Rajshahi : Rajshahi University, 1984.
- (18) Hobbs, P.R. ; Clay, E.J. ; and Hoque, M. Z., "Cropping Patterns in Deepwater Areas in Bangladesh," In IRRI, *Proceedings of the 1978 International Deepwater Rice Workshop*, 1979.
- (19) 石井米雄「歴史と稲作」(石井編『タイ国——ひとつの稲作社会——』, 創文社, 1975年, 16~45ページ)。
- (20) Islam, M. Mufakharul, *Bengal Agriculture 1920-1946 : A Quantitative Study*, Cambridge : Cambridge University Press, 1978.
- (21) Islam, Sirajul, *Bengal Land Tenure : The Origin and Growth of Intermediate Interests in the 19th Century*, Rotterdam : Erasmus University (CASP13), 1985.
- (22) ジョンソン (Johnson, B.L.C.)『南アジアの国土と経済 第2巻 バングラデシュ』(山中一郎・松本絹代・佐藤宏・押川文子共訳, 二宮書店, 1986年)。
- (23) Johnston, David Bruce, *Rural Society and the Rice Economy in Thailand, 1880-1930*, PhD. dissertation thesis, Yale University, 1975.
- (24) Jones, S., "Agrarian Structure and Agricultural Innovation in Bangladesh : Panimara Village, Dhaka District", In Smith T.B. and Wannali S. ed., *Understanding Green Revolutions*, London : Cambridge University Press, 1984, pp.194-211.
- (25) Khan, A.R., "The Comilla Model and the Integrated Rural Development Programme of Bangladesh : An Experiment in 'Cooperative Capitalism'", *World Development* 7 (No.4/5, 1979), pp.397-432.
- (26) 菱口善美「東ベンガルにおける土地利用の形態とその発展——コミラ県サウス・ランプ

- ール村の事例を中心に——」(『アジア経済』第13巻第3号, 1972年3月, 28~45ページ)。
- [27] レイサム(Latham, A.J.H.)『アジア・アフリカと国際経済1965-1914年』(川勝平太・菊池紘一訳, 日本評論社, 1987年)。
- [28] 松井 透「英領期ベンガル農業統計研究」(『東洋文化研究所紀要』第88冊, 1982年3月, 13~126ページ)。
- [29] Quasem, A., *Impact of the New System of Distribution of Fertilizer and Irrigation Machines in Bangladesh: Survey Findings*, Dhaka: Bangladesh Institute of Development Studies (Research Report No.62), 1987.
- [30] Schendel, W. and A.H.Faraizi, *Rural Labourers in Bengal, 1880 to 1980*, Rotterdam: Erasmus University (CASP12), 1984.
- [31] 多田博一「インドの灌漑農業」(福田仁志編『アジアの灌漑農業——その歴史と論理——』, アジア経済研究所, 1976年, 179~230ページ)。
- [32] 高谷好一『東南アジアの自然と土地利用』(勁草書房, 東南アジア学選書1, 1985年)。
- [33] 臼田雅之「スワデシ運動と中間的土地保有権者層——東ベンガル・バコルゴンジ県の場合——」(『アジア経済』第19巻第6号, 1978年6月, 23~45ページ)。
- [34] Zaman, S.M.H., *Current Status and Prospects for Rainfed Foodgrain Production in Bangladesh*, Joydebpur: Bangladesh Rice Research Institute, 1986.