

ジャワ米穀経済への

高収量品種の移転・普及・定着

——経済発展の機構の実証分析（その2）——

原 洋之介

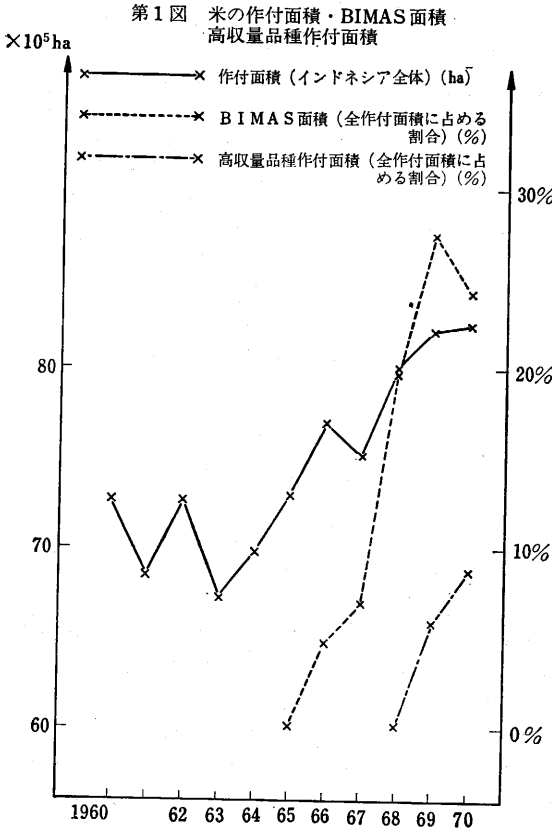
- I 序論——課題
 - II 高収量品種の移転
 - III 移転技術としての高収量品種の経済的性格
 - IV 高収量品種栽培の普及——数量分析
 - V 高収量品種栽培の定着について結論にかえて
- 数学ノート

I 序論——課題

アジア諸国の農業発展にとって技術革新が必要とされることは、今日ひろく認められている。それも、日本の近代経済成長過程における農業発展の経験のように、国内での地域間の技術移転によるのではなくて、国際間の移転 (International Transfer of Technology) が第一義的な重要性をもつのである。そして、農業技術の国際間移転にとって重要な点は、農業技術の地域環境規定性である。つまり、移転された地域のエコロジカルな環境に適合した技術の開発こそが必要となってくるのである。

さて、独立後のインドネシアにおいて、農業技術の国際的移転の経験として重要なものは、1960年代後半に Suharto 政権下で強力にすすめられた米の高収量品種の移転導入である。BIMAS 計画といわれているものである。

国際収支の困難に対処することを直接の契機として、輸入代替政策として米増産が政策目標にえらばれた。そして、そのための政策手段として、IR 系



〈出所〉 Republic of Indonesia, [R 1] 作付面積：Table 11.6, BIMAS面積：Table 11.17, 高収量品種面積：Table 11.3,

統品種という新しい高収量品種と化学肥料・農薬とをパッケージにして農民に提供する方法が採用された。また、この計画をよりはやくすすめるために、新しい米作技術の導入と定着を外国民間企業の手をかりておこなう BIMAS Gotong Rojong⁽¹⁾ が展開された。こういった政策の採用によって、インドネシアの伝統的米作の中に高収量品種の一定の普及をみたのである。⁽²⁾ (第1図)そして、1960年代半ばまでインドネシアの米の土地生産性は停滞していたが、この政策によって、インドネシアにおける米の土地生産性は、はっきりと上昇を示しているのである。(第2図)この BIMAS 計画を中心とした Suharto 期の農業政策は、土地改

ジャワ米穀経済への高収量品種の移転・普及・定着

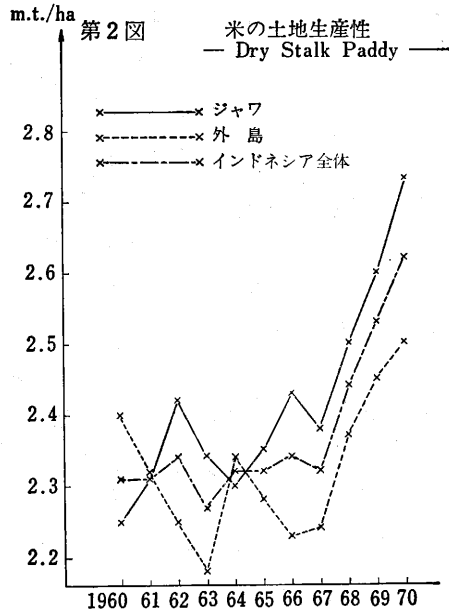
革志向型の Sukarno 型の期の農政とは、大きな変化を示すものである。Suharto 政権下での政策決定層の中に、技術移転の重要性をはっきりと認識したリーダーがいたことが、この変化のひとつの重要な政因⁽³⁾であろう。

そこで、本論文においてインドネシアの伝統的米穀経済の中に、高収量品種栽培技術が、この政策的処置の下で、どのように移転導入され、普及していったかを実証科学的方法にもとづいて⁽⁴⁾解明していこう。

第1に、高収量品種栽培技術が移転されたのは、インドネシア経済のいかなる局面であったか？

第2に、移転技術としての高収量品種栽培は、どのような経済的性格をもつものであったか？本論では、この経済的性格として農民がその栽培の意思決定をおこなう時に重要であると考えられる点に焦点をあてよう。

第3に、高収量品種栽培が普及したのは、いかなる農民の技術選択行動によってであったか？本論では、ひとつの技術選択仮説を提出する。こういった仮説を設定したのは、今迄農業発展論の中で蓄積されてきた技術普及分析では、農民の技術選択という行動が明示的にとりあげられていないからである。最も一般的な技術普及分析においては、時間の経過という説明要因を重



〈出所〉 Republic of Indonesia, [R 1] Table 11.6,

視しているが、これは農民の経験の積みかさねという事態に注目するものであろう。⁽⁵⁾しかし、そこでは農民の技術選択という経済行動が内在的につかまえていない。従って、本章のように技術普及の初期局面を対象とする研究においては、この分析仮説を適用することが出来ないのである。

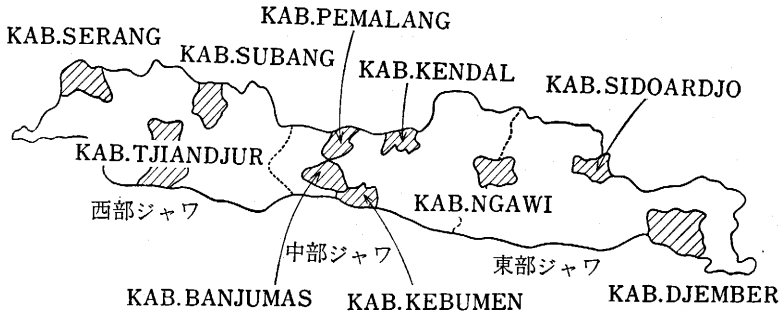
第4に、主としてどのような農民層によってこの技術普及・定着がになわれたか？そして、そのためにインドネシアの村落社会にどのような変化が生じたのか？近代工業においては、新しい技術の導入が本来単純な目的のもとに組織された企業組織の中でおこなわれるのに対して、農業における技術進歩は、企業・家計の両面をもつ農家によって荷われ、かつこの農家間の関係として歴史的に形成されてきた、それなりの正統制原理にもとづいた村落構造の中で実現していく。従って、農業の技術進歩の考察においては村落構造をどうしても視野の中にとり入れる必要があるのである。より具体的にいえば、1973年5月に Suharto 大統領はインドネシアにおける村落開発計画として、BUUD (Badan Usaha Unit Desa) を提唱したのだが、これはインドネシアの農村社会の中に技術定着にともなって困難な変動が生じてきていることを背景としたものである。従って、本章での考察も、この問題について一定の理解をあたえるものでなければならないと考えているのである。

さて、本章では主として Sajogyo と Collier とによっておこなわれた Agro Economic Survey の資料を利用した。⁽⁶⁾

今の所、インドネシアにおける高収量品種の普及に関してはこの資料しか存在していないので、この資料を利用する以外に途はない。しかし、そのためにこの資料のもっている限界が筆者の研究の限界ともなってしまう。そこで、この資料の性格に関して重要な点を指摘しておこう。

この資料は、ジャワ島の best irrigated region におけるサンプル調査の結果である。⁽⁷⁾調査地域に関しては、地図を参照していただきたい。(第3図)ジ

第3図 調査地域——ジャワ島



〈出所〉 Sajogyo and Collier, [S 4]

ジャワ島はインドネシア農業の最重要地域であるので、ジャワ島という地域的限定は重大な制約であるとは考えないでよからう。より重要な制約は、灌漑条件の最も良好な地域だけであるという点である。移転された IR 系統の高収量品種の栽培にとって、灌漑条件が決定的に重要であることは、すでに多くの人によって指摘されている。自然科学的にもまた生産関数を用いた経済分析によっても灌漑条件の重要性は確認されている。ジャワにおいても、高収量品種の普及が灌漑条件の悪いところではおそいといった事態がみられるであろう。しかし、高収量品種の普及にこの灌漑条件がどれ位に影響を及ぼしているかを具体的にとらえることは出来ない。そこで、灌漑条件の重要性については、上記の諸研究の成果をふまえておくことにする。従って、本章での研究は灌漑といったインフラストラクチャーがととのった地域において観察された普及現象にかぎられるのである。

- (1) Motooka, [M3]
- (2) データ・ソースは異なるが、1971年度の普及率は11.3%である。Dalrymple [D1] p.50
- (3) 経済政策の形成と政治的リーダーのパターンとの関係については、原 [H5]
- (4) 本論文は、原 [H4] で問題提起的に検討をおこなった研究を、より実証科学的に分析したものである。
- (5) Griliches, [G4] 崎浦 [S2]
- (6) Sajogyo and Collier, [S4]
- (7) Sajogyo and Collier, [S4]. p.81
- (8) 福井, [F3]
- (9) Evenson, [E1]

Ⅱ 高収量品種の移転

1. まず、インドネシアの米穀経済史を簡単に考察しておこう。これは、高収量品種の移転という現象の歴史的背景をつかまえておく目的による。

植民地時代の米穀経済の歴史を観察してみると、稲作に適した土地が砂糖を中心としたプランテーションに利用されたことで、米生産の伸びがおそかった事実にぶつかる。特に、1830年代に Van den Bosch によって輸出用作物の強制栽培制度が導入された頃より、人口増加が起ったのであるが、この人口増加による米消費の伸びに生産がおいつかなくなった。そのため、1870年代はじめに米の輸入に転じたのである。生産の伸びがおそかったと書いたが、プランテーション作物のためにジャワ島等で灌漑工事がおこなわれたことが原住民の稲作にインパクトをあたえて、一定の伸びは示したのである。しかし、人口増加に比べてはおそかったようである。そして、耕地の細分化とか農業技術の停滞とかが原因となって、1915年をピークにして米生産は減

ジャワ米穀経済への高収量品種の移転・普及・定着

少・停滞してしまっただのである。米に代って、キャツカバの消費が増加した⁽¹⁾のである。

米生産のこの停滞傾向は、基本的に独立後にも持続した。人口が年2.0~2.4%で増加していったの対して、米生産は⁽²⁾おいつくことが出来ずに、米の輸入を続けたのである。

国際収支の困難を背景として、1964/65 Wet Season にはじめて米生産の増加を目的とした政策が開始されたのである。これが BIMAS (Bimbingan Massal) 計画のスタートであった。この計画は、農業科学者の世界と村落民⁽³⁾の世界とのかけ橋を目指すものと意味づけられた。そして、この計画の重点は Pantja Usaha として次の5点におかれたのである。⁽⁴⁾

- (1) improved water control
- (2) use of selected seed
- (3) use of fertilizer and pesticides
- (4) better cultivation methods
- (5) stronger co-operatives

Suharto 政権下になって、この計画は急速に促進された。これは、熱帯アジアの原住民農業の中で利用しうる近代的技術知識の開発に成功した IRRI からの高収量品種の移転を主軸にしておこなわれた。また、この高収量品種と肥料とをパッケージにして農民に提供する Credit Package programme 方式が採用されたのである。そして、その結果として米の土地生産性の成長がはっきりと見られたのである。

2. さて、この新しい技術が移転・導入された1960年代半ばは、経済局面としていかなる局面であったかを検討しよう。

第1に、米不足はかなりひどく、かつそれを輸入でまかなうには国際収支は持続的な赤字を持続させていたのである。従って、輸入代替政策が必要であったので、そのために米増産が政策として採用されたのである。

第2に、農業発展の局面はどうであったか。農業総産出でみて、土地の生産性は完全に停滞しており、農業発展は耕地面積の拡大というパターンをとっていたのである。Christensen らの推計によると、⁽⁵⁾1950~68年における成長率（複利）は

農業総生産	2.3%
農家総入口	1.5%
農家人口1人当り生産	0.8%
農家人口1人当り耕地面積	0.8%
耕地面積当り総生産	0.0%

まさに、生産の成長は1人当り耕地面積の微々たる拡大だけによってもたらされていたのであって、技術進歩はほとんど認められないのである。ジャワにおける米穀経済の発展パターンも同様であった。植民地時代の経験について、Boeke が Static Expansion とよんだパターンが独立後にも持続していたのである。⁽⁶⁾新しい技術の移転がはじめられた60年代中葉は、もはや耕地面積の拡大が不可能となりつつある局面であった。つまり、それまでの農業発展の歴史的パターンを変化させる必要があったのである。米不足の解消のために採用された戦略は、Static Expansion というパターンを変化させようとするものであった。

- (1) 以上は、原〔H1〕による。
- (2) Anwar,〔A1〕p.4
- (3) Roekasah and Penny,〔R2〕p.68
- (4) Roekasah and Penny,〔R2〕. p.66
- (5) Christensen,〔C1〕
- (6) Boeke,〔B3〕

Ⅲ 移転技術としての高収量品種の経済的性格

1. ジャワで栽培されている品種は、3つに分けられる。Local Varieties, National Improved Varieties (NI), IR Varieties である。従って、この3つの経済的性格を比較検討しよう。まず、要素使用面での性格を考察しよう。

第1表 肥料使用

肥料 \ 品種	Local	NI	IR
N (kg/ha)	110	111	180
N and P (kg/ha)	125	115	183

<出所> Sajogyo and Collier [S4] p.98. Table 5.15より計算。

ジャワにおいては、1960年代後半には Local Varieties の栽培においても肥料・殺虫剤の使用がかなり普及して⁽¹⁾いる。しかし、移転された IR 系統品種は、あきらかに⁽²⁾より肥料使用的であり、殺虫剤使用的である。NI 品種は Local 種と同程度の肥料使用である。⁽³⁾(第1表) 投入費用でみても、系統品種は肥料使用的である。

次に、労働使用はどうであろうか。preharvest の労働使用に関して、IR 系統品種は Local 種より30%程度の労働使増加を示している。NI 品種は、この点で IR と Local との中間に位置している。⁽⁴⁾特に、IR 品種の示している労働使用増加は、主として hired labor の使用増加であるが、これは IR 系統品種の栽培にさいして transplanting をおこなうことから生じているのであろう。移転されたIR品種は、労働使用的变化を示すものといえよう。従って、IR品種の普及は村落内での土地なき労働者等の就業機会に一定の拡大効果をもったと想定される。しかし、この事が土地なき労働者等の就業を有意義な程度に増加させたかどうかについてはあまりはっきりとは判断出来ないのである。人口増加によってひきおこされている村落部での失業問題の解消に効果があったとはいえそうにない⁽⁶⁾のである。

以上のように、ジャワに移転された技術としての品種の栽培は、農業技術の中での生物化学的技術の典型であるといえよう。労働・肥料使用的であっ

て、土地節約的という経済的性格を持つのである。⁽⁷⁾

2. さて、農民が高収量品種の栽培の意思決定をおこなうときに

- 1) 在来品種にくらべて高収量品種がもたらす収益の増加の程度
- 2) その収益の増加が実現する確率、つまり高収量品種が在来品種にくらべてもつ危険度 (Risk)

の点に関する情報が重要であると考えられる。⁽⁸⁾ その栽培が開始されたばかりの初期局面では、このリスクに関する情報が特に重要であると考えられる。さらに、農民が栽培の意思決定をおこなうときに考慮する情報は、数少ない試験場での経験に関する情報ではなくて、現実に自分の仲間達の持った経験に関する情報であると想定して十分に意味あるであろう。

この視点から、ジャワにおける栽培経験の資料を使って、上記2点について統計的検討を加えた。資料は、Collier [C3] の Appendix C によった。この資料は、前述の Sajogyo と Collier との Agro Economic Survey の中であつめられた資料である。

収益の増加の程度を示す指標として、ha当り収量をとった。生物化学的技術の支配的な状況下では、土地生産性が技術の水準の近似変数であると想定してもよいので、この指標は各品種栽培の技術水準を近似的にあらわしているものと考えてよい。

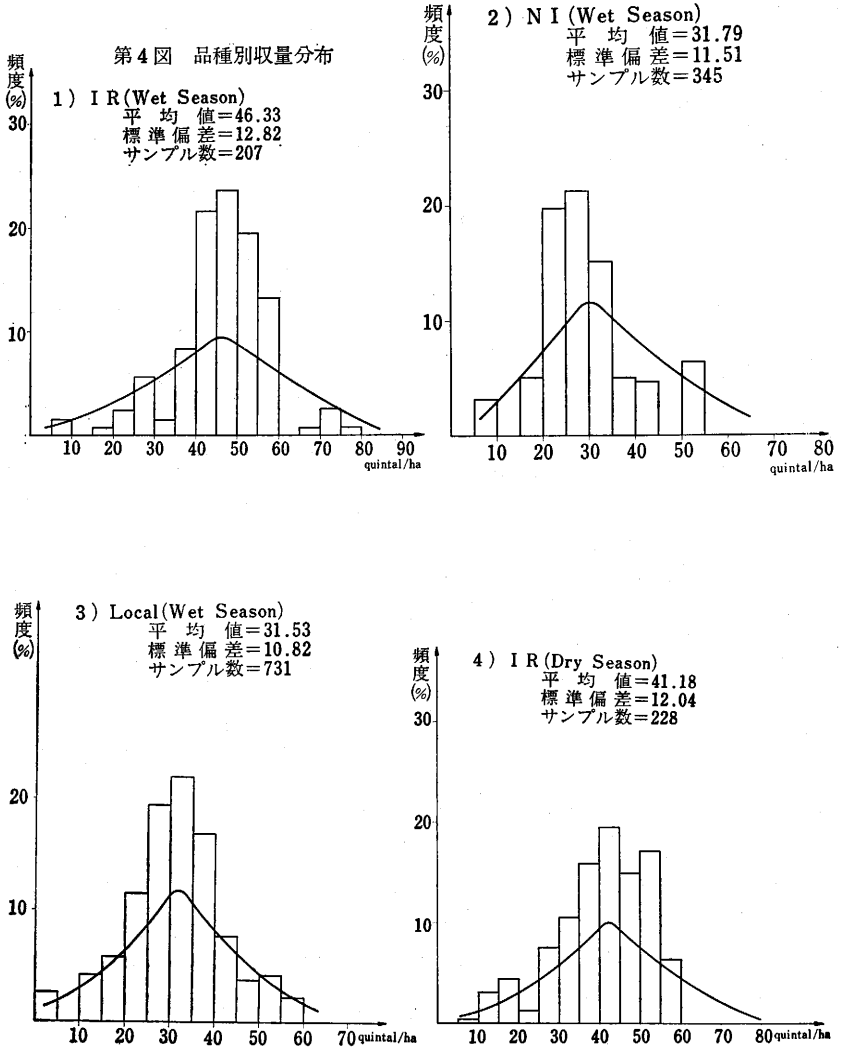
また、リスクの程度を示す指標として、ha当り収量分布のひろがり注を
目した。具体的には、標準偏差 (standard deviation, S.D.) 採用した。

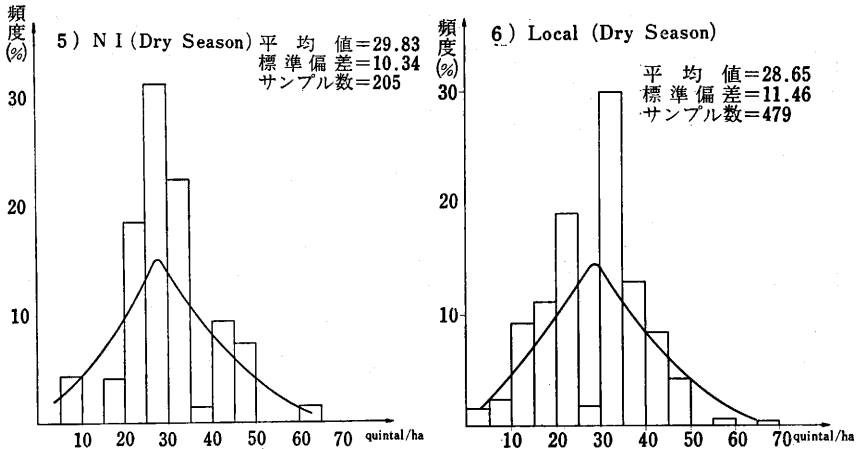
資料は、68/69 Wet Season, 69 Dry Season, 69/70 Wet Season, 70 Dry Season と4つの時期にわたっている。そこで、68/69 Wet Season と 69/70 Wet Season とをプールして、Wet Season とし、また69 Dry Season と 70 Dry Season とをプールして Dry Season とし、集計した。また、栽培されている品種は Local 種・NI種・IR種と3つである。

この集計の結果を、ha当り収量の frequency distribution の形であらわ

ジャワ米穀経済への高収量品種の移転・普及・定着

第4図 品種別収量分布





したのが、以下6枚のグラフである。(第4図(1)~(6))

このように収量の分布が一定のひろがりを持つのは、その栽培された品種のジャワ地域の環境への適合の仕方から生じると考えられる。つまり、栽培にとっての State of Environment⁽⁹⁾ という農民自らで直接的にはコントロール不可能な要因によって生じていると想定しているのである。具体的には、⁽¹⁰⁾ 気温とか出穂期前後の平均湛水深とかいった条件である。

筆者が集計した収量が、投入面が均一な条件のもとであつめられたものであるかどうかを判定することが困難であるので、グラフにあらわした収量分布が完全に State of Enviroment だけで生じたと判断していかどうかに一定の疑問が残る。つまり、投入面での条件がちがうことで生じた収量の差が入り込んでいる可能性があるのである。この点を統計的に確定させるに十分な情報が、筆者の入手した資料には存在していないので、ここではこの点

に限界があることを認めている事を記すだけにする。ただ、試験場での実験——投入面での条件を十分に管理したもの——の結果による収量分布の資料〔Republic of Indonesia, [R1] Table 11.50, 11.51〕と比較してみても、各品種ともそれ程大きな差を示していないので、筆者の採用した投機的な想定はさ程非現実的なものではないといえよう。

さて、この統計的検討から次の諸点があきらかになった。

第1に、IR品種は、Local 種・NI種にくらべて、ha当り収量を平均値で30～40%増加させている。アジア諸国での緑の革命の経験を整理したときに、新品種が農民によって採用されるには平均収量が「30～50%の増加」を示すときであるという経験則が Gotsch によって明かにされている。⁽¹¹⁾ ジャワ地域でのIR品種は充分にこの条件をみたしているといえよう。また、IR品種は他にくらべて肥料・殺虫剤使用するので、現金支出は一定程度増加する。従って、この費用を差し引いた収益性の点で観察してみると、やはり平均でIR品種の方が収益性が高いのである。⁽¹²⁾

第2に、IR品種は、Local 品種・NI品種にくらべて、標準偏差であらわされる危険の程度は大きい。従って、IR品種の栽培は相対的にリスクであるといえる。この事態は、IR品種の栽培が開始されたばかりの初期局面においては、農民の栽培の経験が非常にみじかくて、State of Enviroment の影響をまともにかぶるといった事から生じているのであろう。つまり、現時点での地域環境適合度が小さいといえるのである。

第3に、Local 品種とNI品種とは統計的に区別する必要はない。IR品種は、この両品種と統計的にはっきりと区別されうる。この事態は、平均値・標準偏差という特性値に注目して、分散分析をおこなうことで確かめられた。(分散分析表は、第2表～第4表) さて、アジアの緑の革命において高収量品種としてIR品種だけに注目するのは間違いで、各国独自の改良品種の重要性を認める必要があるといわれてきた。⁽¹³⁾ ここでの統計的検討の結果は、ジャ

第2表 分散分析表：Local vs. NI

	自由度	平方和	平均平方	F	
Wet Season 残 差	1072	13107.193	122.040	0.1318	
処 理	1	16.0889	16.0889		
全 体	1073	131087.2819			
Dry Season 残 差	682	84534.881	123.951	1.5960	
処 理	1	197.865	197.865		
全 体	683	84732.746			

第3表 分散分析表：Local vs IR

	自由度	平方和	平均平方	F	
Wet Season 残 差	936	119351.499	127.512	277.863	
処 理	1	35430.827	35430.827		
全 体	937	154782.326			
Dry Season 残 差	705	95632.484	135.649	178.87	
処 理	1	24263.923	24263.923		
全 体	706	119896.407			

ワにおける NI 品種は Local 品種と区別する必要がないというものであり、この通説に対立するものである。しかし、筆者の統計的検討は、I 序論で述べたように、best irrigated region における調査にもとづいている。つまり、灌漑条件が充分によい地域では NI は Local 品種と区別する必要がないという結論である。灌漑条件が悪い所での NI 品種と Local 品種との関係については別の調査が必要となろう。

第4表 分散分析表：NI vs IR

	自由度	平方和	平均平方	F
Wet Season 残 差	550	79432.882	144.423	189.905
処 理	1	27426.672	27426.672	
全 体	551	106859.554		
Dry Season 残 差	431	54703.627	126.922	109.74
処 理	1	13927.751	13927.751	
全 体	432	68631.378		

要約的にのべると、農民にとって IR 品種は、Local 品種・NI 品種にくらべて、現金支出の増加はあるが、平均収益を十分に増加させてくれるものであるが、他面その危険の程度も大きいといえよう。資料は、実際の農家で経験された収量であるので、この品種の経済的性格は農民の品種選択の意思決定のときに情報として重要なものであると考えてよからう。

- (1) Sajogyo and Collier, [S 4] pp. 97~99.
- (2) Mears and Affiff, [M 2] p. 40.
- (3) Sajogyo and Collier, [S 4] p. 105.
- (4) Sajogyo and Collier, [S 4] p. 97.
- (5) Utami and Ihalauw, [U 1] p. 50.
- (6) Anwar, [A 1] p. 19.
- (7) Hayami and Ruttan, [H 6]
- (8) Schultz, [S 5]; Wharton, [W 1]
- (9) Hiebert, [H 8] p. 764.
- (10) 海田, [K 1]
- (11) Gotsch, [G] p. 328.
- (12) Sajogyo and Collier, [S 4] p. 105.
- (13) 齋藤, [S] chap 7.

Ⅳ 高収量品種栽培の普及——数量分析

1. さて、Sajogyo と Collier の集計に従って、ジャワ地域での IR 品種の普及をとらえよう。彼らは、ジャワを西部・中部・東部の3地域に分割して集計しているので、それに従うこととする。この3地域への分割は、ジャワの経済的・社会的・文化的基準からおこなわれる最も一般的な方法なので、筆者もこれに従う。

各品種の作付状況を、作付面積比率でとらえると、第5表のようになる。前節での統計的検討の結果、農民にとって NI 品種と Local 品種とは区別する必要がないことがわかったので、ここでは IR 品種の普及だけに注目する。

第5表 地域別・品種作付面積比率 (単位：%)

地域・ 品種 時期	西部 ジャワ			中部 ジャワ			東部 ジャワ		
	Local	NI	IR	Local	NI	IR	Local	NI	IR
68/69 Wet	71	17	12	55	40	5	25	39	36
69 Dry	61	11	28	46	34	20	26	25	49
69/70 Wet	63	18	19	56	36	8	20	27	53
70/71 Wet	63	19	18	46	37	17	21	18	61

<出所> Sajogyo and Collier, [S 4] p.89 Table 5.8 より計算。但し、70/71 Wet に関しては、Collier, [C 3] Appendix B による。

さて、この表を見てまず気が付く点は、東部ジャワにおいてははじめから IR 品種の作付率が非常に高い事実である。初期条件における地域差について、Sajogyo と Collier とが東部ジャワ農民の IR 品種への preference が強いとの説明を与えているので、筆者もこの説明に従っておく。⁽¹⁾

そこで、高収量品種の普及として、IR 品種の地域別作付率の変化に注目することにした。この普及率の変化を、説明すべき現象として設定するので

ある。

さらに、Dry Season の普及については、残念ながら69年の資料しか存在していない。従って、まず wet Season だけの普及率の変化を分析して、その分析の含意として、69年の Dry Season の普及を説明づけることにする。灌漑条件がよい地域でも、Wet Season と Dry Season とでは高収量品種の栽培の技術が同一であるとは考えられないからである。具体的にいえば、Dry Season の方が水管理さえ良好であれば、高収量品種の栽培は良い結果をもたらすのである。これは、フィリピンで確かめられている事実である。⁽²⁾

2. さて、Wet Season の IR 品種の普及率の変化を、農民の品種選択という行動を明示的に理解する形で、説明していこう。

まず、前節で指摘したように、IR 品種の栽培の意思決定にとって、農民は

- 1) 収益の増加の程度
- 2) その危険度

という2つの情報にもとづいて意思決定をおこなうを想定しよう。そして、例えば西部ジャワの農民は、西部ジャワでの栽培経験に関する情報にもとづいて意思決定をおこなうというように、情報の流通圏の地域性の仮定をもうけよう。ジャワのような定着農業社会において、このような経済的情報のコミュニケーションは十分に良いようである。農村において、経済的情報は仲買人といった人間に媒介されて、結構はやく流通している⁽³⁾のである。従って、情報の流通についてのこの仮定は、決して非現実的ではなからう。

次に、地域別・時期別に各品種栽培のための費用に関する情報が利用可能でないので、収益の程度は、ha 当り収量で代表されると仮定しよう。

以上の仮定に従って、各品種について地域別・時期別に、その平均収量と標準偏差とを集計した。それが、第6表である。

さて、前節で検討した結果より、農民にとって NI 品種と Local 品種と

第6表 地域別・品種特性

(単位: quintal)

地域・特性 時期・品種		西部 ジャワ		中部 ジャワ		東部 ジャワ	
		平均値 μ	標準偏差 σ	平均値 μ	標準偏差 σ	平均値 μ	標準偏差 σ
68/69 Wet	Local	24.68	13.14	32.49	5.53	31.39	2.73
	NI	19.54	14.96	31.10	3.48	30.19	6.73
	IR	46.16	36.67	45.41	8.96	44.11	4.56
69 Dry	Local	25.84	13.50	28.81	10.15	29.90	11.31
	NI	20.95	13.91	27.89	7.07	33.67	9.32
	IR	41.72	20.38	49.04	5.35	41.29	10.47
69/70 Wet	Local	26.33	9.70	36.43	11.06	44.39	5.05
	NI	25.87	10.17	36.74	16.27	38.60	6.59
	IR	33.17	13.22	47.81	13.83	51.65	6.02
70 Dry	Local	25.54	9.34			36.93	11.02
	NI	25.05	8.30			37.75	13.30
	IR	20.25	9.04			42.14	6.48

<出所> Collier, [C3] Appendix C より計算。

は区別されえないと考えられるので、ここでは Local 品種と IR 品種との間で品種選択を考える。そして、この品種選択に関して、次のような農民の行動仮説をもうけた。農民がこの品種選択の意思決定をおこなうときに、その地域において1期前に経験された両品種の平均収量・標準偏差の実現値が今期にも実現するだろうと考えているとの仮説である。つまり、農民は静学的な期待形成 (Static Expectation Making) をおこなっているとの仮説である。この期待形成の仮定は決して非現実ではない。Schultz の著作以来、アジアの諸国での農民の経済行動は、経済学が前提とする意味で合理的であることがひろく認められるようになっていたので、このような行動仮説を想定することは充分に現実的であろう。⁽⁴⁾

また、1期前に Local 品種の平均収量に比較して IR 品種の平均収量が

ジャワ米穀経済への高収量品種の移転・普及・定着

大きくなれば、農民は IR 品種の作付を増加させるであろう。逆に、1 期前に Local 品種の標準偏差に比較して IR 品種の標準偏差が大きくなれば、それだけ IR 品種はよりリスクになったのだから、IR 品種の作付を減少させるであろう。このように、代表的 (Representative) 農民の品種選択行動を想定しよう。

IR 品種の作付・普及率の変化を、このような農民の行動仮説によって説明する必要が生じたのは、次の理由によっている。それは、IR 品種の普及が政府が戦略としている BIMAS credit package programs への参加によっては説明されえないという事実である。生産への投入財の形態で信用を与えるというこのプログラムへの参加は、IR 品種の採用にそれ程はっきりとした影響を与えていないことが、調査によってあきらかになっている⁽⁵⁾。従って、計画への参加といった要因以外で、IR 品種の作付・普及率の変化を説明する途をもとめるのが、この調査からの結論として最も正しい方法であろう。そこで、農民の品種選択行動という仮説での説明をとりあげたのである。

さて、地域別の IR 品種の普及率の変化という観察事実は、代表的農民の上記の品種選択の行動によって generate したと仮定したので、この関連の数量的検討が次の課題である。そこで、代表的農民の品種選択に関するブロードな想定から、次の式を特定化した。

$$\frac{x_t^j - x_0^j}{x_0^j} = \alpha + \beta_1 \cdot \frac{\mu_{I,t-1}^j}{\mu_{L,t-1}^j} + \beta_2 \cdot \frac{\sigma_{I,t-1}^j}{\sigma_{L,t-1}^j} + \epsilon \quad (1)$$

但し、 x_t^j : t 期における j 地域での IR 作付率 (面積)

$t=0$: 基準年

$\mu_{I,t}^j$: t 期における j 地域での IR 品種の平均収量 (ha)

$\mu_{L,t}^j$: t 期における j 地域での Local 品種の平均収量 (ha)

$\sigma_{I,t}^j$: t 期における j 地域での IR 品種の標準偏差

$\sigma_{L,t}^j$: t 期における j 地域で Local の品種の標準偏差

ε：誤差項

そして、(1) 式を品種採用関数と名づけよう。品種採用関数の特定化は、平均収量・標準偏差についての1期ラグを仮定しているが、これは前に静学的期待形成として述べた点を取り入れたためである。さらに、平均収量と危険度とのそれぞれ独立の変動に対する反応に関して最もありそうでかつ合理的な形を、先に述べたが、この想定により

$$\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$$

が期待されるのである。

x_t^j に関しては、表5の中の Wet Season における IR 品種作付率をとる。また、 x_0^j としては 68/69 Wet Season における作付率をとる。また、IR 品種・Local 品種の平均収量と標準偏差に関しては、表6の地域別の数字をとった。そして、誤差項εに関して通常の仮定をもうけて、最小二乗法により(1)を具体化した。その結果は、

$$\frac{x_t^j - x_0^j}{x_0^j} = -3.6282 + 6.5135 \frac{\mu_{I,t-1}^j}{\mu_{L,t-1}^j} - 2.8962 \frac{\sigma_{I,t-1}^j}{\sigma_{L,t-1}^j} \quad (2)$$

$$R^2 = 0.793, \quad dw = 2.36$$

() 内の t 値

決定係数もかなり良く、かつ各係数の推定値も統計的に有意であるといえる。さらに、 $\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$ という予想された符号条件もみたしている。また、 $\alpha + \beta_1 + \beta_2 = 40.01$ とほとんど0であることは、期待収益・危険度ともに IR 品種と Local 品種とが全く同じであれば、IR 品種の増加がおこなわれないという事実を意味している。これは、長い期間を通じて Local 品種を栽培してきた中に、IR 品種が移転されたばかりの初期局面においては、充分に現実的な意味をもつ事実であろう。

さらに、平均収量と標準偏差とのそれぞれ独立の IR 品種採用への影響度

ジャワ米穀経済への高収量品種の移転・普及・定着

を知るために、 β_1 、 β_2 両係数の beta coefficient を計算した。その結果は、

β_1 の beta coefficient	2.145
β_2 の beta coefficient	2.229

となる。

この計測は、サンプルの数が6個で、説明変数が2個と自由度が小さいので、これ以上統計的数量的意味をもとめるのは危険である。ただ、この計測から、高収量品種 (IR) の普及には単に平均収量の増加率だけでなく、収量の分布のひろがりであらわされる危険度も十分に作用しているとの結論だけは出せよう。さらに、この危険度は平均収量の増加と大体同程度の影響力を、IR 品種の普及におよぼしているといえるのである。

要約すれば、品種採用関数の計測から、標準偏差であらわされる危険度は、農民による高収量品種の採用にとって非常に重要な条件となっている事実は確認されたといえよう。

さて、次にすすむ前に品種採用関数の計測からのインプリケーションによって、Dry Season における IR 品種の普及について簡単な説明づけを与えておこう。第5表からわかるように、Dry Season に関しては69年の資料しか利用出来ないが、三地域ともに Wet Season よりは IR 品種の作付率が高い。これは、より豊富な観察によるフィリピンの灌漑条件の良い地域⁽⁶⁾ についての観察事実と同じであるので、ジャワでも灌漑条件の良い地域においては他の時期においても同じ傾向が観察されると考えられよう。つまり、Wet Season と比較して Dry Season の方が普及率が高いという事態である。そこで、この事態を品種採用関数からのインプリケーションによって説明しよう。Ⅲ、で集計した品種別の平均収量と標準偏差の資料から

Wet Season

IR の平均収量/Local の平均収量	1.47
IR の標準偏差/Local の標準偏差	1.19

Dry Season

IR の平均収量/Local の平均収量	1.44
IR の標準偏差/Local の標準偏差	1.05

となる。つまり、Dry Season においては、平均収量比は Wet Season とほとんどかわらないが、標準偏差の比が Wet Season より小さいのである。Dry Season の方が IR 品種の相対的危険度が小さいので、品種採用関数を媒介として、Dry Season の方が IR 品種の普及率が高くなるといえるのである。品種採用関数による高収量品種の普及の説明は、Mangahas のこの命題とも斉合的である。

3. ここで、農民の品種選択に関して、ジャワの資料によって data-admissible なひとつの厳密な理論モデルを提出しておこう。この理論モデルを提出するのは、本節での普及の数量分析と次節での定着の考察との橋わたしをするためである。

さて、ここで設定される品種選択の経済理論は危険（リスク）を明示的にとりあつかうものとなるが、理論設定の前提として次の点にふれておこう。

第1に、農民は IR 品種か Local 品種かの選択に直面していると仮定する。これは、統計的検討によって平均収量と標準偏差という特性値の点で NI 品種と Local は区別する必要がないことがたしかめられた（Ⅲ参照）ので、農民にとってこの両品種の間の選択を意識的におこなう必要がないと想定したからである。さらに、IR・Local 両品種の ha 当り収量の分布は正規分布に従うものと仮定する。ジャワにおいて、Ⅲ、でかかげておいた収量分布のグラフから近似的にはこの仮定が妥当していると考えられるからである。そして、IR 品種は Local 品種より大きい平均収量と標準偏差とを持つと仮定する。そして、ha 当り平均収量と標準偏差とが、農民が品種選択において考慮する平均収益とリスクとをあらわしていると仮定する。IR 品種は肥料・殺虫剤使用するのである現金支出の増加が必要となるが、IR の平

平均収量を Local 品種のそれとの比較で意味づけるかぎり、平均収量が平均収益をあらわしていると考えて非現実的ではない。(Ⅲ2参照)

第2に、農民は両品種の平均収量・危険度に関する情報を充分によくえていると仮定する。不確実な事象に関しての情報習得には費用と時間がかかる⁽⁷⁾といった点を考慮しなくてはならないであろうが、ジャワでの情報流通の状況についての判断から上のように仮定しておく。そして、農民はこの情報習得をさして、両品種栽培の期待収益とリスクとを主体的に予想して、その予想にもとづいて行動すると想定する。また、ジャワの農民は危険回避者 (Risk-Averter) であると想定しておく。アジア諸国をはじめとする低開発国の農民が危険回避者であると想定することは非現実的ではない。⁽⁸⁾

以上の前提のもとに、期待収益とその危険度が異なる2つの品種間の農民の選択行動については、Expectation-Variance decision 理論を援用して次の様にモデル化出来る。

まず、農民にとっての制約条件として、水田面積を1haとする。そして、この1haの面積にIR品種を x haだけ植えつけ、残りをLocal品種の栽培にあてるとする。このとき、農民は1haの水田を両品種の栽培で使いきると仮定する。⁽⁹⁾ また、 μ_I, σ_I をIR品種の期待収益、標準偏差とし、 μ_L, σ_L をLocal品種の期待収益、標準偏差とする。(前提1より $\mu_I > \mu_L, \sigma_I > \sigma_L$)

そうすると、制約条件である水田の上での両品種の結合栽培の期待収益 μ と分散 σ^2 とは

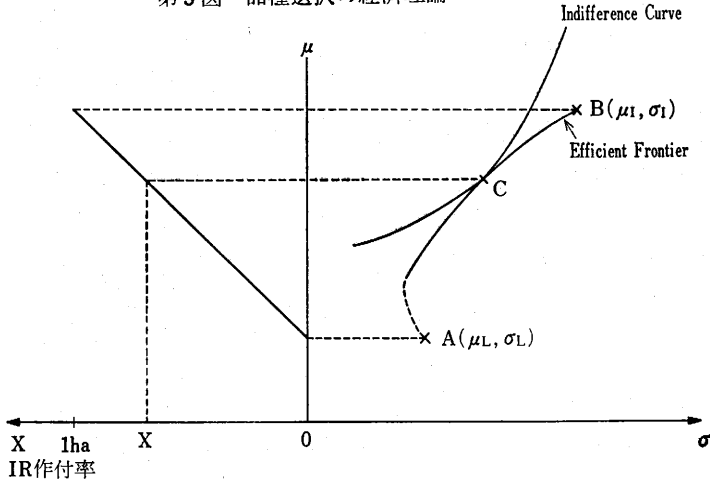
$$\mu = \mu_I x + \mu_L(1-x) \quad (3)$$

$$\sigma^2 = \sigma_I^2 x^2 + 2\sigma_{IL}x(1-x) + \sigma_L^2(1-x)^2 \quad (4)$$

但し、 σ_{IL} ：共分散

となる。この両式から、 $\mu-\sigma$ phase 上に、 μ と σ との組み合わせの軌跡をえがく。これは2次線となり、この曲線上の点はある平均収益をうるために最小の分散を与えるという意味で効率的な点である。従って、この曲線を

第5図 品種選択の経済理論



Efficient Frontier とよぶ。(これ以上の細かい解説は数学ノート参照)

Risk-Avertor であると想定した農民は、自分の主観的に持っている期待収益とリスクに対する効用函数にてらして、この Frontier の上で品種選択をおこなう。Risk-Avertor の主観的に持っている効用函数は、図のように右下にむかって凸である。

図に示されたような効用函数を持つ代表的農民は、点Cで2つの品種の組み合わせを選択することが最適となる。そして、そのときには図の左半分から読みとれるように、IR 品種を x^* だけ作付けするのである。

さて、一定の現実的な仮定の下での比較静学分析によって(数学ノート参照)

$$\frac{\partial x^*}{\partial \mu_I} > 0, \quad \frac{\partial x^*}{\partial \sigma_I} < 0$$

が確かめられる。前者の $\partial x^*/\partial \mu_I > 0$ という性質は、Local 品種の平均収益が一定のままで IR 品種の平均収益だけが上昇すると、その作付率が上昇するというものであり、品種採用関数での $\beta_1 > 0$ と同じ意味である。そして、また収益率が上昇すると普及率が上昇するという Griliches 以来の見解と斉

ジャワ米穀経済への高収量品種の移転・普及・定着

合的なものである。⁽¹⁰⁾ 後者の $\partial x^*/\partial \sigma_1 < 0$ は、Local 品種の標準偏差が一定のままでも IR 品種の標準偏差だけが上昇すると、IR 品種の作付率は低下するという性質であり、品種採用関数での $\beta_2 < 0$ と同じ意味である。この比較静学分析の結果からわかるように、この品種選択の経済理論は、品種採用関数の計測と斉合的なものであるといえるのである。なお、この品種選択の経済理論と同じように、収益性とリスクとに着目した農家行動の理論設計が最近盛んになりつつあるが、ジャワでの観察事実の説明にとってゆるされる限りの単純化をおこなって品種選択モデルを作ったのである。⁽¹¹⁾

- (1) Sajogyo and Collier, [S 4] p. 87 利用可能な資料の中で、この地域差を説明しうる要因をさがしたところ、唯一見つけたのは、農事普及員の数だけであった。Republic of Indonesia, [R 1] Table 11.25 しかし、これだけでは弱いので、今のところ Sajogyo と Collier との見解に従っておくことにしたのである。
- (2) Mangahas, [M 1]
- (3) この事実は、1973年12月にボゴール農科大学で農業経済の教授から示唆されたものである。
- (4) Schultz, [S 5]
- (5) Sajogyo and Collier, [S 4] pp. 93~95
- (6) Mangahas, [M 1]
- (7) 頼, [Y 1] p. 238.
- (8) アジアの農民が、危険回避者であることを主張した文献としては、Wharton. [W 1]: Dilton and Anderson [D 2]
- (9) 今村, [I 1] p. 345.
- (10) Griliches, [G 4]
- (11) 代表的なものとして、Lin et. [L 1]: Hiebert, [H 8]

V 高収量品種栽培の定着について：結論にかえて

1. ここで、前節までの考察を要約しておこう。ジャワの伝統的米穀生産の中に、IR 品種が移転導入されて一定の普及を示したのは、60年代後半に

政策が主導した BIMAS 計画下であった。政府当局は、新しい種子と化学肥料とをパッケージにして農民に貸しあたる BIMAS Credit Package Program という戦略によって、高収量品種の政策的定着をめざしたのである。しかし、灌漑条件が良好であるという地域的制限下での観察事実であるとはいえ、この政策当局の採用した戦略が IR 品種の普及に直接的に作用したと考えるべきではない。IR 品種の普及は、政策当局の直接的指導でおこなわれたのではなくて、品種選択についての農民の主体的な意思決定によってひきおこされたものととらえるべきである。そして、IR 品種栽培といった新しい技術が移転導入されたばかりの普及の初期局面においては、その新しい技術採用によってもたらされる、1) 収益の増加の程度、2) その危険度という2つの点に関する情報が、農民の意思決定にとって重要となる。

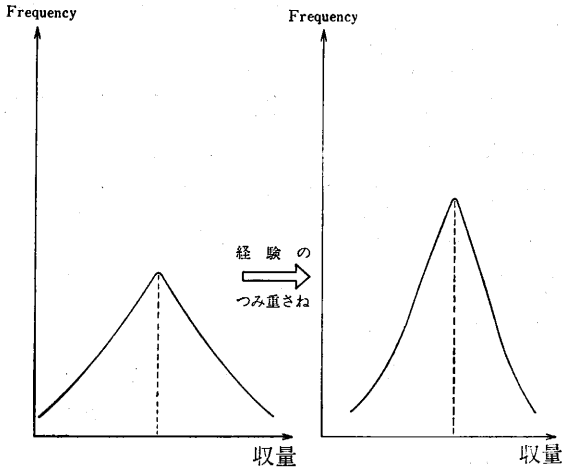
農民の品種選択の意思決定にとって重要であると想定したこの2点に関して、ジャワで栽培されている品種についてその経済的性格を統計的に観察した結果、ジャワで伝統的に栽培され続けてきた Local 品種に比較して、移転された IR 品種は平均収益(収量)を十分に増加させてくれるものではあるが、その危険度も相対的に大きいということが明かになった。そしてまた、品種採用関数の計測から、農民による新品種栽培の意思決定にとって、収量分布の標準偏差であらわされた危険度が非常に重要な条件となっている事実があきらかにされたのである。

さて、本節においては、新しい技術の普及をより長い期間にわたるパースペクティブのもとでとらえることを試みる。そのとき I. はじめに述べておいたように、村落構造への影響といった社会変動とのかかわりをふくめて考察することが、アジア農業の技術変化の分析においてどうしても必要となるのである。このようにより長いパースペクティブのもとで新技術の普及を把握する視角を、「定着」というタームで表現しておこう。⁽¹⁾

2. この定着という視角から問題にすべき最初の論点は、農民の栽培経験

のつみかさねの効果である。今迄蓄積されてきた農業における技術普及 (Diffusion Path) の分析においては、この経験のつみかさねという事態に第一義的な注目をあたえていた。(I. 参照) 筆者は、新しい技術が導入されたばかりの普及の効期局面の考察においては、この方法では不充分であると考えて、農民の品種選沢をより内在的にとらえる工夫をこらしてきたのである。しかし、筆者の工夫した品種選沢のとらえ方が、この経験のつみかさねの効果をどのように説明しうるかについて、考えておく必要はあろう。Ⅲ. 2. でふれておいたように、農民による新品種栽培の経験が非常にみじかいときには、State of Enviroment の影響をまともにかぶって、収量の実現が不安定になる傾向がある。が、農民が新品種の栽培の経験をつみかさねていくと、その経験の中で栽培能力が増大していき、少しずつでも State of Enviroment の影響をまともにかぶらなくてもよい栽培上の工夫が農民の栽培能力の中に蓄積していくと考えられる。そうすると、実現収量の分布のひろがりやで表現される不安定性、つまり危険度は、次第に減少していくのである

第6図 農民の経験のつみかさねの効果



う。(第6図) 経験のつみかさねによる栽培能力の増大は、この危険度だけに作用するのではなくて、実現される平均収量も増加させることが考えられる。いまここでは、経験のつみかさねが、平均収量の増加と危険度の減少とに、それぞれ位の効果をもたらすかについて数量的にとらえることは出来ない。だが、その変化の方向だけは、このように想定して非現実的ではなからう。経験のつみかさねが平均収量と危険度とにこのような作用をおよぼすと考えると、品種採用関数から、この両方向の作用ともに新品種の採用を増加させる効果を持つことが理解される。つまり、筆者の設定した品種採用関数は、農民による栽培経験のつみかさねを考慮に入れた長いパースペクティブの下では、Griliches 流の普及分析と齊合的になるのである。

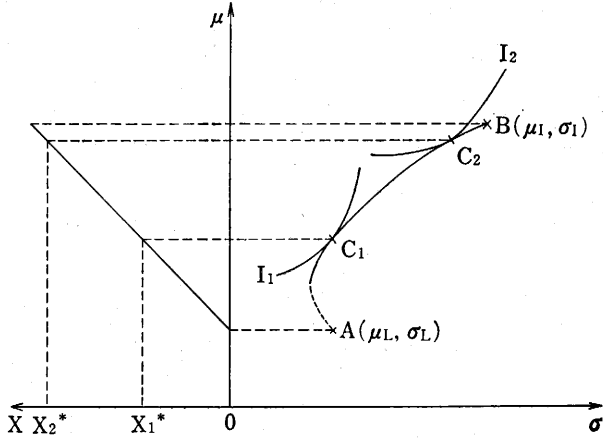
また、IR 品種の特性のうち危険度が大きいという事態は、国際的に移転された技術のジャワという地域環境への適応度が小さいという形で理解することも可能である。従って、国際的に移転された技術がある特別の地域の環境により適合することを目的とする研究活動 Adaptive Research によって、危険度を小さくさせることも、新技術の定着にとって重要であるといえる。⁽²⁾

3. 定着という視界から問題となる次の論点は、新しい技術をよりすみやかに採用する農民層の社会経済史的な性格づけである。

Sajogyo と Collier は、その調査の中で次の事実発見をおこなっている。⁽³⁾

「一般的にいて、IR 系統の高収量品種は、相対的に規模の大きい農場で採用されている」つまり、より大きい水田面積を保有する層ほど、高収量品種の採用率が高いという観察事実である。この観察事実が generate した仕組みについて、IV. 3. で設定した品種選別の経済理論から次のように想定しうるであろう。(第7図参照) 保有している水田面積は、その農民にとっての資産保有の状態をあらわしていると考えられる。そして、Wharton, Wiens の想定と同じように、資産保有が大きい程危険回避の程度 degree of Risk-Aversion が小さいと考える。⁽⁴⁾ 今資産保有の点だけで異なる農民を2人想定す

第7図 規模別農民の品種選択



る。大きい資産を保有している農民は、Risk-Aversion の程度が小さくなるので、彼の μ - σ phase での無差別曲線は I_2 のようになる。何故なら、 μ - σ phase 上では Risk-Aversion の程度は

$$d\delta/d\mu$$

で表現され、 I_2 曲線の $d\delta/d\mu$ は I_1 曲線のそれより大きいからである。このように、無差別曲線が、つまりリスクに対する選好が異ると、同じ有効フロンティアに対応していても、均衡点が C_1 , C_2 のように異ってくる。そして、図の左半分から読みとれるように、IR 品種の作付率も x_1^* , x_2^* のように異なるのである。

つまり、Sajogyo と Collier との観察事実は、資産保有のちがいと Risk-Aversion のちがいの関連についての仮定をつけ加えることで、IV. 3. の品種選択の経済理論から説明づけうるのである。そして、ある村落なり地域なりに土地保有等の不平等があれば、この事態がその地域・村落内に新技術採用行動のちがう農民層の出現をもたらすといえるのである。

ここで、この説明仮説と今迄インドネシア農業についていわれてきていた諸説との関係についてふれておこう。

第1に、今迄インドネシア農民の中には、Subsistence-Mindedな農民と、Innovation-Mindedな農民という2つのタイプの異った農民が存在するといわれてきた。⁽⁵⁾ 筆者の経済理論による説明は、この説を否定するものではないが、この説のように文化的タムで説明する必要は必ずしもないと主張をふくむものである。農民の経済機会への反応において観察される行動のちがいは、まず純経済理論的にとらえるべきものであろう。

第2に、IR品種の採用について農民階層の中で異った行動が観察されるのは、IR品種栽培のために必要となる現金を入手する時の金融条件における差別——Capital Rationing——によるとの説である。⁽⁶⁾ 東南アジア農業をとりまく要素市場における不完全性に重点をおく説明である。このCapital Rationingによって相対的に土地保有規模が小さい農民にとって、実効的な肥料価格は高くなるので、IR品種の採用がおそいという連関を明らかにしている。⁽⁷⁾ 筆者の品種選択の経済理論による説明は、この説明とは異った視点に注目するものであるので、この説を否定するものではない。Capital Rationingとリスクへの選好のちがいという2つの説明要目のいずれが重要であるかについては、個別事象を経験的に分析していった上でないと何んともいえない。ただ、選好のちがいという説明要因もCapital Rationingにおとらず重要であると想定しているだけである。

さて、次に村落内での耕地の分配に関して注目する必要があるのは、村落社会の慣行Adatである。特に中部ジャワでの村落調査よりあきらかになっている点であるが、村落の役人Pamong desaに、そのサラリーの代りに水田があたえられるという慣行である。これは、Sawah lugguh pamongとよばれており、その面積は通常の村落民の保有している水田面積の2～3倍にも達している。⁽⁸⁾ ジャワ全体でも、このように村落慣行によって配分され

ジャワ米穀経済への高収量品種の移転・普及・定着

る耕地は25%に達するのがある。この事実からあきらかなように、村落慣行がその村落内での農民の土地保有の状態を規定している面がジャワでは重要である。⁽⁹⁾ ⁽¹⁰⁾ そうすると、このように村落慣行によって規定された土地保有の状態が、資産保有効果を媒介として、高収量品種の採用に影響を及ぼしていると考えられるのである。ジャワにおける Desa の Adat が高収量品種の普及に影響しているのは、このような経路を通じてであるといえよう。村落構造が新技術の普及に影響しているという事態をつかまえる、現実的なひとつの仮説である。

次に注目しておく必要がある点は、新技術の定着が歴史的に確立されてきた村落構造に及ぼしている影響である。ジャワにおいて、この点に関して見落すことが許されない現象は、IR 品種の栽培をおこなう規模（土地）の大きい農家が米の収穫システムを変化させつつある事態である。

歴史的に確立されていた収穫システムは、ani-ani とよばれるナイフをもった村落内の人間（女子・子供が多い）に、収穫労働への参加を家族労働が充分にあってもみとめるものであった。稲刈りに雇われた人は、豊作であろうがなかろうが、また刈入期に参加する人の数にもかかわらず、収穫量の20%を分け前(Bawon)として得る。⁽¹¹⁾ この慣行は、ani-ani 慣行とよばれており、自分よりめぐりあわせの悪い人々を助けるという Desa に定着していた動機——Gotong Rojong——から発生したといわれている。収穫時のこの労働は、言葉の真の意味での有給就業 (gainfully employment) ではなくて、村落の社会的生産物 (social production of village) を分配する分配制度であるといえる。⁽¹²⁾

さて、IR 品種の定着過程で、米の販売量の増加につれてこの慣行的収穫労働システムに重要な変化が生じているのである。農家が自己の収穫労働を penebas とよばれる仲買商にひき受けさせて、この penebas が小人数の hired labor で、かまを持たせて効率的に収穫作業をおこなう事態が発生し

ているのである。この方法は、Tebasan とよばれており、農家にとっては ani-ani 慣行より利益があがるものでありまた penebas の商業的利益も大きいようである。⁽¹³⁾この収穫方法は、IR 品種の栽培から更に多くの利益をえようとする、規模の大きい農家層によって主として採用されているのである。⁽¹⁴⁾そして、この収穫方法の採用によって、村落内の土地なき人間・貧困な農家の人々の就業機会は制限されてしまい、村落内での所得分配はますます不平等化しているのである。と同時に、ジャワの村落社会において慣行として歴史的に持続してきたものを、急激に崩壊させる作用をも果しているのである。

4. 高収量品種栽培という農業技術の革新への反応が、農民の階層に応じて異っているという事態は、ジャワでの村落構造を変動させ、また農民階層間の所得分配をますます不平等化させているのである。⁽¹⁵⁾村落部における所得分配の不平等化の促進は、精米過程への機械導入がジャワでの資本・労働の相対価格を無視しておこなわれたことから、ひきおこされている。⁽¹⁶⁾また、本論では資料の制約から詳細な考察を加ええなかったが、灌漑等のインフラストラクチャのいい地域とよくない地域とで、地域間の所得格差が拡大している事態も重要である。⁽¹⁷⁾

Boeke のいったインドネシア農業の Static Expansion というパターンを打破すべく移転導入された IR 品種栽培の新技術は、その定着過程において、農民階層間の所得分配の不平等化を促進させて、かつ Geertz の名づけた Shared Poverty⁽¹⁸⁾ といった村落慣行をくずして市場経済的規範を浸透させているのである。まさに、ジャワの農業社会において、技術面での動きが社会の歴史的構造を急速に変化させているのである。インドネシアにおいては、現代先進国の Modern Economic Growth の過程にゆるさされていた程の時間的余裕はない。歴史の速度というこの点から考えて、高収量品種の定着はインドネシア社会の不安定化をもたらしていく可能性が強いといえるのではなからうか。

ジャワ米穀経済への高収量品種の移転・普及・定着

- (1) 新技術の普及をこのように長い perspective の下にとらえる視角を、定着という概念であらわしたのは、清川氏の労作よりヒントをえたものである。清川，〔K 3〕
- (2) IR品種の収量変動の不安定性を減少させる研究の必要性を指摘した文献として、Barker and Winkelman, 〔B 2〕
- (3) Sajogyo and Collier, 〔S 4〕 p. 89
- (4) Wharton, 〔W 1〕; Wiens 〔W 2〕 p. 43
- (5) Penny and Gittinger, 〔P 1〕 pp. 169~174
- (6) Griffin 〔G 3〕 pp. 26~30
- (7) Bardhan, 〔B 1〕
- (8) Utami and Ihalauw, 〔U 1〕 p. 47
- (9) 内藤, 〔N 1〕 p. 526
- (10) 村落構造自体が、何故そのような形態で形成されたのかという課題も、非常に重要である。そういった問題に現代経済学が関連をもつという問題提起は、原〔H 3〕
- (11) 田中, 〔T 2〕
- (12) Sadli, 〔S 1〕
- (13) Collier, et., 〔C 4〕 p. 47
- (14) Collier, et., 〔C 4〕 p. 45
- (15) Franke, 〔F 2〕
- (16) Timmer, 〔T 3〕
- (17) Tan, 〔T 1〕; Strout, 〔S 6〕; Falcon, 〔F 1〕; Cleaver, 〔C 2〕
- (18) Geertz, 〔G 1〕

数学ノート

1. 品種選択の経済理論

今、Local 品種と IR 品種との作付決定に直面している農民を想定しよう。選択対象となっている Local 品種と IR 品種とは、それぞれ平均収量とその標準偏差を、 (μ_L, σ_L) (μ_I, σ_I) を持つとする。但し、2つの品種間の選択が現実的意味を持つために、

$$\mu_I > \mu_L$$

$$\sigma_I > \sigma$$

を仮定しよう。さらに、単純化のために両品種の収量の共分散は 0 と仮定しておく。またこの農民にとっての制約条件は水田面積を 1ha であるという点だけであり、かつこの水田面積を必ず両品種の栽培で使いきると仮定しておく。従って、IR 品種を x ha に作付けるとすると、Local 品種の作付面積は $(1-x)$ ha となる。

そうすると、Local 品種と IR 品種との結合栽培による平均収量 (収益) μ と、その分散 σ^2 は、本文にも示したように、

$$\mu = x\mu_I + (1-x)\mu_L \quad (1)$$

$$\sigma^2 = x^2\sigma_I^2 + (1-x)^2\sigma_L^2 \quad (2)$$

(1), (2) 式から x を消去して整理すると

$$\begin{aligned} & \sigma^2(\mu_I - \mu_L)^2 - \mu^2(\sigma_I^2 + \sigma_L^2) + 2\mu(\mu_I\sigma_I^2 + \mu_L\sigma_L^2) \\ & - (\mu_L^2\sigma_I^2 + \mu_I^2\sigma_L^2) = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

となる。この式は、 x を含んでおらず、 σ_I , σ_L , μ_I , μ_L などパラメーターは所与である。そして、 μ と σ の間の 2 次曲線となっている。(3) が x を含んでいないことは、2 品種に関するパラメーターを所与として x をいろいろに動かして可能な品種選択を編成するとき生ずる μ と σ の実行可能な組み合わせの軌跡を意味することになる。これが、有効フロンティア (Efficient Frontier) である。

次に、この農民は危険回避者 (Risk-Averter) であると仮定する。そうすると、一般性を失うことなく、この農民が品種選択のときに最大化する目的関数である期待効用 (Expected Utility) 関数を

$$E[U(R)] = \beta_1\mu + 1/2\beta_2(\mu^2 + \sigma^2) \quad (4)$$

但し、 $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$

と特定化出来る。(桐谷, [K 2]. pp. 39~43)

そうすると、農民の品種選択行動は、目的関数 (4) を制約条件 (3) の

もとで最大化する行動としてとらえられる。この制約条件付き最大化問題は、Lagrangean 未定乗数法を用いて解くことが出来る。

Lagrangean 関数 L は、

$$L = \beta_1 \mu + \frac{1}{2} \beta_2 (\mu^2 + \sigma^2) + \lambda [\sigma^2 (\mu_I - \mu_L)^2 - \mu^2 (\sigma_L^2 + \sigma_I^2) + 2\mu (\mu_L \sigma_I^2 + \mu_I \sigma_L^2) - (\mu_L^2 \sigma_I^2 + \mu_I^2 \sigma_L^2)] \quad (5)$$

となる。

最大化問題の必要条件としての1階の条件は、

$$\frac{\partial L}{\partial \mu} = \beta_1 + \beta_2 \mu - 2\lambda (\sigma_I^2 + \sigma_L^2) \mu + 2\lambda (\mu_L \sigma_I^2 + \mu_I \sigma_L^2) = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \sigma} = \beta_2 \sigma + 2\lambda (\mu_I - \mu_L)^2 \sigma = 0 \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial \lambda} &= \sigma^2 (\mu_I - \mu_L)^2 - \mu^2 (\sigma_I^2 + \sigma_L^2) \\ &\quad + 2\mu (\mu_L \sigma_I^2 + \mu_I \sigma_L^2) - (\mu_L^2 \sigma_I^2 + \mu_I^2 \sigma_L^2) = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

となる。この(6), (7), (8)3式から、 μ , σ , λ の値を求めたものが解となる。

制約条件付き最大化の2階の条件は、次の縁付き Hessian 行列式が、 μ , σ , λ の解のもとで正となることである。

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial^2 L}{\partial \mu^2} & \frac{\partial^2 L}{\partial \mu \partial \sigma} & \frac{\partial g}{\partial \mu} \\ \frac{\partial^2 L}{\partial \sigma \partial \mu} & \frac{\partial^2 L}{\partial \sigma^2} & \frac{\partial g}{\partial \sigma} \\ \frac{\partial g}{\partial \mu} & \frac{\partial g}{\partial \sigma} & 0 \end{vmatrix} > 0 \quad (9)$$

(但し、 g は(8)式である。) 実際にこの値は正であることが判定されるので(6), (7), (8)式からの解が最適解であることが保証される。そして、 μ の最適解の値を(1)式に代入することで、IR品種の作付面積 x の最適解が

求まるのである。これを x^* とする。以上が、品種選択の経済理論である。

2. 比較静学分析

次に、他の条件を一定にしておいて、 μ_I だけが変化したときに x^* がどちらの方向に動くかという問題、及び他の条件を一定にしておいて σ_I だけが変化したときに x^* がどちらの方向に動くかという問題を考えよう。つまり $\partial x^*/\partial \mu_I$, $\partial x^*/\partial \sigma_I$ の符号をたしかめる比較静学分析である。そのために次の2つの単純化の前提をもうけよう。

第1に、品種採用関数の特定化にしたがって、Local 品種の μ_L と σ_L とを単位として IR 品種の μ_I と σ_I とをはかることにしよう。つまり、 $\mu_L=1$, $\sigma_L=1$ を仮定する。そして、 $\mu_I > 1$, $\sigma_I > 1$ である。

第2に、期待効用関数中の β_I を1とする。この単純化は、(9)式の単調変換を意味するものであり、許されるものである。そうして、 β_I を β と書き直すことにする。

$\partial x^*/\partial \sigma_I$ の符号

上記の2つの単純化の仮定のもとに、品種選択の最大化問題を解くと、最適解 x^* は

$$x^* = \frac{\beta - (\mu_I - 1)(\beta + 1)}{\{\beta(\mu_I - 1)^2 + \sigma_I^2 + 1\}} \quad (10)$$

となる。この式から、

$$\frac{\partial x^*}{\partial \sigma_I} = -\frac{2}{\beta} \cdot \frac{\sigma_I \{\beta - (\beta + 1)(\mu_I - 1)\}}{\{\beta(\mu_I - 1)^2 + \sigma_I^2 + 1\}^2} \quad (11)$$

をうる。ここで、仮定により $\sigma_I > 0$, $\mu_I > 1$ であり、また Risk-Averter を仮定しているので、 $\beta < 0$ である。このとき $\beta + 1 \geq 0$ ならば、 $\partial x^*/\partial \sigma_I$ の符号は負に確定する。

さて、想定された期待効用関数は、 μ - σ phase 上で表現して円を意味しており、その中心は $\mu = -\frac{1}{\beta}$, $\sigma = 0$ である。そして $-1/\beta$ が小さい程中心は

μ 軸上を原点に近より, Risk-Aversion の程度が強まることを意味している。 $\beta+1 \geq 0$ は, β が負であるから $0 > \beta \geq -1$ を意味しており, $\beta < 0$ の領域の中では $\beta < -1$ のときより, 円の中心が μ 軸上で原点から遠いことを意味している。つまり, 期待効用関数に関する仮定である $\beta+1 > 0$ という条件は, 極端な Risk-Averter でなければみたされると考えてよいであろう。従って, 農民が極端な Risk-Averter でないかぎり, $\partial x^*/\partial \mu_1$ は負となるといえる。

$$\frac{\partial x^*}{\partial \mu}$$
 の符号

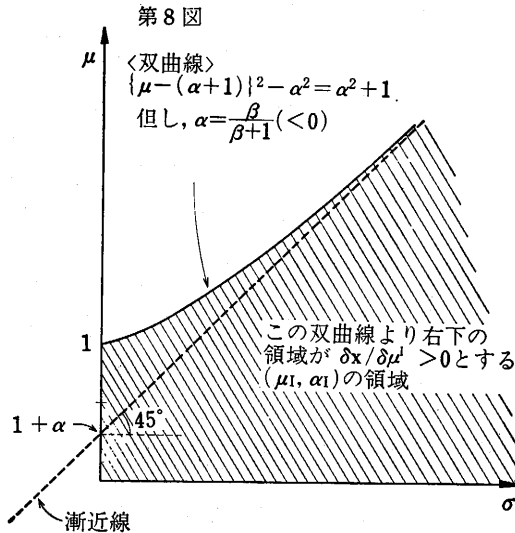
(10) 式より

$$\frac{\partial x^*}{\partial \mu_1} = \frac{1}{\beta} \cdot \frac{\{(\beta+1)(\mu_1^2 - 2\mu_1 - \sigma_1^2) - 2\beta(\mu_1 - 1)\}}{\{(\mu_1 - 1)^2 + \sigma_1^2 + 1\}^2}$$

をうる。 $\beta < 0$ であるので,

$$(\beta+1)(\mu_1^2 - 2\mu_1 - \sigma_1^2) - 2\beta(\mu_1 - 1) < 0$$

のとき, $\partial x^*/\partial \mu_1 > 0$ となる。この条件は, 第8図に示しておいたように, β



の値によって決まる双曲線を境界とする領域に IR 品種の特性 (μ_i, σ_i) が存在すれば、みだされるものである。つまり、農民が主体的に持っている期待効用関数のパラメーター (つまり危険回避の程度) によってきまるある領域内に、その農民に経済機会としてあたえられた IR 品種の特性値がはいっていけば、 $\partial x^*/\partial \mu_i$ は正となるのである。

参 照 文 献

- [A1] Anwar, M. A., "Population Problems in Indonesia and its Implications on Economy" Paper presented at *Asian Economy in Perspective* held by the Institute of Developing Economies, Feb. 1975
- [B1] Bardhan, P. K., "A Model of Growth of Capitalism in a Dual Agrarian Economy" Bhagwati and Eckaus ed., *Development and Planning*, 1973
- [B2] Barker, R., and Winkelmann, D., "General Grains; Future Directions for Technological Change" N. Islam ed. *Agricultural Policy in Developing Countries*, 1974
- [B3] Boeke, J. H., *Economics and Economic Policy of Dual Societies*, 1953
- [C1] Christensen, R. P., 『開発途上国農業の経済進歩——1950~68』のびゆく農業 No. 353/354
- [C2] Cleaver, H. M., "The Contradictions of the Green Revolution" *The American Economic Review*, May 1972
- [C3] Collier, W. L., "Impact of the High Yielding Varieties on the Farmer's Production of Rice in Indonesia" *Agro Economic Survey—Research Notes* No. 5 (mimeo) Jan. 1972
- [C4] —, Wiradi, G., and Soentro, "Recent Changes in Rice Harvesting Methods; Some Serious Social Implications" *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, volIX No. 2, July 1973
- [D1] Dalrymple, D. G., *Imports and Plantings of High Yielding Varieties of Wheat and Rice in the Less Developed Nations*, 1972
- [D2] Dilton, J. L., and Anderson, "Allocative Efficiency, Traditional Agriculture and Risk" *American Journal of Agricultural Economics*, Feb. 1971
- [E1] Evenson, D., "The Green Revolution in Recent Development Experience"

ジャワ米穀経済への高収量品種の移転・普及・定着

- American Journal of Agricultural Economics*, May 1974
- [F1] Falcon, W.P., "The Green Revolution; Generations of Problems" *American Journal of Agricultural Economics*, Dec. 1970
- [F2] Franke, R.W., "The Green Revolution in a Javanese Village" Ph. D. dissertation, Harvard Univ. (mimeo) 1972
- [F3] 福井捷朗, 「水稻高収量品種の普及と栽培環境」市村真一編『東南アジアの自然・経済・社会』1974
- [G1] Geertz, C., *Agricultural Involution*, 1963
- [G2] Gotsch, C.H., "Technical Change and the Distribution of Income in Rural Areas" *American Journal of Agricultural Economics*, Nov. 1971
- [G3] Griffin, K., *The Political Economy of Agrarian Change; An Essay on the Green Revolution*, 1974
- [G4] Griliches, Z., "Hybrid Corn; An Exploration in the Economics of Technological Change" *Econometrica* vol.25 No.4, 1957
- [H1] 原洋之介, 「オランダの開発政策」日経調『インドネシアの経済開発』1971
- [H2] —, 「緑の革命の政治経済学——技術進歩と市場機構理論の整理」斎藤一夫編『緑の革命とアジア農業』1972
- [H3] —, 「村落構造の経済理論——共同行動の経済学的説明の方向について——」『アジア研究』vol.21 No.2, 1974
- [4H] —, 「インドネシアの米穀経済と技術移転——技術定着と村落構造」斎藤一夫編『発展途上国への農業協力』1975
- [H5] —, 「インドネシアにおける政治的リーダーシップと経済政策——経済発展の機構の実証分析(その序)」『東洋文化研究所紀要』No.67, 1975
- [H6] Hayami, Y., and Ruttan, V., *Agricultural Development; An International Perspective*, 1972
- [H7] 逸見謙三, 「発展途上国における農業開発——緑の革命を事例として——」川野重任編『アジアの近代化』1972
- [H8] Hiebert, L.D., "Risk, Learning and the Adoption of Fertilizer Responsive Seed Varieties," *American Journal of Agricultural Economics*, Nov. 1974
- [I1] 今村幸生, 『農業経営設計の理論と応用』1969
- [J1] Jacoby, E.H., *Agrarian Unrest in Southeast Asia*, 2nd ed. 1961
- [K1] 海田能宏, 「雨季作水稻収量に及ぼす自然環境要因の分析」『東南アジア研

- 究』 vol. 9 No. 2, 1971
- [K 2] 桐谷維, 『ポートフォリオ・セレクション』 1968
- [K 3] 清川雪彦, 「技術格差と導入技術の定着過程」 大川一司編 『近代日本の経済成長』 1975
- [L 1] Lin W., Dean, G. W., and Moore, C. V., "An Empirical Test of Utility v. s. Profit Maximization in Agricultural Production" *American Journal of Agricultural Economics*, August 1974
- [M 1] Mangahas, M., "An Economic Analysis of the Diffusion of New Rice Varieties in Central Luzon" Ph. D. thesis, Univ. of Chicago, 1970
- [M 2] Mears, L. A., and Afiff, S., "A New Look at the BIMAS Program and Rice Production" *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, June 1968
- [M 3] Motooka, T., "BIMAS Gotong Rojong" *Agriculture and Economic Development*, JERC, 1972
- [N 1] 内藤能房, 「中部ジャワにおける土地保有と村落の土地処分権について」 『一橋論叢』 vol. 72 No. 5, 1974年11月
- [P 1] Penny, D. H., and Gittinger, J. P., "Economics and Indonesian Agricultural Development" B. Glass burner ed. *The Economy of Indonesia; Selected Writings*, 1971
- [R 1] Republic of Indonesia, *Study and Evaluation of Rice Production Intensification Programs in Indonesia* vol. 2, Statistical Annex, Nov. 1971
- [R 2] Roekasah, E. A., and Penny, D. H., "BIMAS; A New Approach to Agricultural Extension in Indonesia" *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, No. 7 June 1967
- [S 1] Sadli, M., "Indonesia's Experience with the Application of Technology and its Employment Effects" *Ekonomi dan Keuangan Indonesia*, Sep. 1973
- [S 2] 崎浦誠治, 「水稻改良品種の普及に影響する諸要因」 『農業経済研究』 vol. 46 No. 3, 1974年12月,
- [S 3] 斎藤一夫, 『米穀経済と経済発展』 1974
- [S 4] Sajogyo, and Collier, W. L., "Adoption of New High Yielding Rice Varieties by Java's Farmers" R. T. Shand ed. *Technical Change in Asian Agriculture*, 1973
- [S 5] Schultz, T. W., *Transforming Traditional Agriculture*, 1964
- [S 6] Strout, A. M., "The State of the Rural Social Sciences in Indonesia;

ジャワ米穀経済への高収量品種の移転・普及・定着

- The Need for Supplemental Training and Research”, *Ekonomi dan Keuangan Indonesia*, 1973
- [T1] Tan, M.G., “Green Revolution; A Blessing and A Challenge” *Indonesia Magazine*, No. 21, 1973
- [T2] 田中洋介, 「ジャワ島のアニ・アニ慣行について」1974年度農業経済学会報告
- [T3] Timmer, C. P., “Choice of Technique in Rice Milling on Java” *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, vol. XI, No. 2, July 1973
- [U1] Utami, W., and Ihalauw, J., “Some Consequences of Small Farm Size” *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, July 1973
- [W1] Wharton, C. R., “Risk, Uncertainty and the Subsistence Farmer; Technological Innovation and Resistance to Change in the Context of Survival” A/D/C Joint Session American Economic Association and Association for Comparative Economies, Dec. 1968
- [W2] Wiens, T. B., “Pesant Risk Aversion and Allocative Behavior; A Programming Experiment” Oregon Working Papers in Economics, Univ. of Oregon, Nov. 1974
- [Y1] 頼平, 『農家経済経営論』1971