

# 地域農業振興モデル構築のための調査地の選定

—インドネシア・ボゴール農村における特産品開発事例—

宮浦理恵<sup>\*†</sup>・稲泉博己<sup>\*</sup>・藤本彰三<sup>\*</sup>・横田健治<sup>\*\*</sup>・  
志和地弘信<sup>\*\*\*</sup>・馬場 正<sup>\*\*\*\*</sup>

(平成 25 年 5 月 23 日受付/平成 25 年 9 月 10 日受理)

**要約:** インドネシアでは近年、急激な工業化によって経済成長が著しいが、農村部門では相変わらず貧困率が高止まりしており、農村部の所得向上が緊急の課題となっている。地域農業が発展していくには、営農における経営の維持安定とともに生物生産の基盤となる農生態系の安定が課題となる。本研究は、地域農業の持続的発展を究極の目的として、小規模農家の経営を向上させることで貧困の解消が可能になるよう、地域特産品の作出を軸とした多様な農業の展開を目指している。そのために、持続可能な地域農業の形成のための実学的アプローチとして、社会経済的分野と農生態学（アグロエコロジー）分野を統合させるような地域レベルでの研究を遂行するための調査対象地を選定することを目的とした。

まず、西ジャワ州ボゴール郊外の 14 村を決定し、社会経済状況を整理し、さらに主成分分析によって村々の特徴を把握した。そこで、貧困率が高く、特産品のプログラムの取り組みが始まっている 4 村に絞り込みを行った。ここで現地に赴き、それぞれの村の自然環境および村落の状況について村役場でのインタビューや住民への聞き取り調査を実施し、農生態系の構成と農村開発の可能性を検討し、最終的に 1 村に決定した。最後に、対象 1 村について、農業上の課題を明確化し、今後の研究の方向性を示した。

**キーワード:** アグロエコロジー、地域活性化、地域農業研究、調査地選定、農業多様性

## 1. はじめに

東南アジア農業は、欧米と比較して一般的に経営規模が小さく、一定面積で比較した場合、多様な営農が混在しているという特徴があるが、ほとんどの国で食料自給の達成に至っていないため、稲作や畑作、畜産を需要に見合うように振興していく必要がある。インドネシアでは近年、急激な工業化によって経済成長が著しいが、農村部門では相変わらず貧困率が高止まりしており、農村部の所得向上が緊急の課題となっている。農業の多様化、商業化、未利用生物資源の開発などが活発に推進されているが、一層の開発努力が必要な状況である。

地域農業が発展していくには、営農における経営の維持安定とともに生物生産の基盤となる農生態系の安定が課題となる。農生態系の安定を図るには、農業の多様性を高めることが一方策である<sup>1)</sup>。地域レベルの耕地利用を均一なものから多様なものに展開させていくと同時に、農家レベルでは、個別経営の多角化も展開させることが望ましい。本研究は、地域農業の安定的発展を究極の目的として、小

規模農家の経営を向上させることで貧困の解消が可能になるよう、地域特産品の作出を軸とした多様な農業の展開を図ることを目指している。

地域農業研究は、それぞれの専門家が各々のディシプリンで研究を遂行し、持ち寄った結果を総合的に考察することが一般的で、一人の研究者が総合化を実行することは難しい。しかし、現場の農家と地域の運営は、総合的な方法で意思決定がなされているため、個別のディシプリンによる結果を提示しても、現場の状況からは応用の難しい成果とみなされることもありうる。そこで、社会経済的手法と農生態学（アグロエコロジー）的手法を融合させて地域の発展方向を探ることが、実学研究として有効な手段であると考え、本稿では両面を総合的に判断して調査対象地を選定することを目的とした。

本研究は、姉妹校との共同研究プロジェクトの実施を希求した東京農業大学がボゴール農科大学（以下、IPB と表記）との合意の下で、西ジャワ州ボゴール近郊農村の実情を踏まえた村落振興をモデル的に推進するために 2010 年度に開始された。IPB はキャンパス周辺地域を対象として

\* 東京農業大学国際食料情報学部国際バイオビジネス学科

\*\* 東京農業大学応用生物科学部生物応用化学科

\*\*\* 東京農業大学国際食料情報学部国際農業開発学科

\*\*\*\* 東京農業大学農学部農学科

† Corresponding author (E-mail : mia@nodai.ac.jp)

注) 本研究は、東京農業大学総合研究所プロジェクト研究 (Action Research on Promoting Sustainable Development of Local Agriculture in Southeast Asia : Case of Indonesia, 研究代表者 馬場正教授, 2010-2012 年度) の一部として実施した。

さまざまな振興プロジェクトを実施しており、農科大学の実学教育研究の好例となっている。本研究は、その実践的プロジェクトの推進を支援する実学的研究と呼べるものである。

本稿の構成は次の通りである。まず、第2節でボゴールにおける農業と農村の現状を展望し、振興対策が必要になっている背景およびその方向性について整理する。第3節では、現在IPBが実施しているJumat Keliringと呼ばれる金曜集会在開催されている14村について、農業と農村社会実態について論述する。第4節では、現地調査の結果を整理し、研究対象村の選定経緯と今後の研究課題について論述する。第5節は本稿のまとめである。

## 2. ボゴール農村の今日的課題

インドネシアは1960年代から、灌漑計画、「緑の革命」技術、制度革新などの導入によって主食であるコメ自給化政策を展開し、スハルト政権下で1984年にコメの自給を達成した。しかし、直後にコメ輸入の再開に追いやられるなど、コメ生産問題は解決されたわけではない。しかし、1984年を契機に小農民に対しては、コメ以外のダイズ、トウモロコシ、サツマイモ等の畑作物（パラウイジャ）生産や加工が奨励され、全体として農業多様化政策が導入されたといえる。1997年にタイで始まった通貨危機の影響で、経済の不安定化が進んだことと、翌年のスハルト政権失脚により、社会経済の混迷化が進んだことも周知の事実である。

1998年以降の農業政策は、新たな収益確保のためのコメ以外の基幹作物や新しい営農システムの導入を中心としている<sup>2)</sup>。ジャワ・バリの内領では高標高地域での温帯野菜栽培などの商品作物生産が活発化した<sup>3)</sup>、外領では2000年代に入ってアブラヤシやカカオなどの工芸作物生産の面積が急激に拡大してきた。一方、伝統的稲作地帯であるジャワ島低地の農業地帯は、急激に進む都市化の影響を受けつつ農業生産を維持してきているが、それによる経済的優位性が達成できたとはいえない。

2004年に定められた、インドネシアの2005—2025年の長期国家開発計画では、「競争力のある農産物の生産」、「家畜や魚などからの動物性蛋白質の摂取増加」、「地元の伝統的な食材の推奨」、「加工・保存技術の強化やマーケティング力の向上によるアグリビジネス振興」「貧困削減」等がうたわれている。たとえば2011年3月4～6日にジャカルタで開催された農業エキスポ(AGRINEX EXPO Indonesia 2011)では、アグリビジネスの発展というテーマで205社・機関が参加し、これまで未利用の植物資源を利用した多様な商品開発が行われていることをアピールしていた。植物から抽出しアロマセラピー等で用いられるエッセンシャルオイル(精油)、薬用植物を用いた化粧品、キャッサバ澱粉の加工食品、バイオ燃料として注目されているジャトロファ、観葉植物、有機農産物、油脂類、魚介類、家畜など、ビジネス展開が始まったばかりの商品も含め、活発な様相を呈していた。IPBもエキスポに出店し、大学アンテナショップで販売している健康と安全な食をキーワードとし

た産品を販売していた。

全体的な経済発展にともなって、インドネシアの都市住民は豊かな生活物資にアクセスすることが可能になり、地方都市でもショッピングモールがオープンし多くの店舗が多様な商品を提供するようになってきた。首都ジャカルタから南へ約50km離れたボゴール市でも、数か所にショッピングモールができたことによって、人々はかつてジャカルタに行かなければ享受することのできなかった物質的豊かさに触れることができるようになった。一見すると、これら都市部での消費生活の向上は、地域社会にも大きな影響を及ぼし、農村生活も大幅に改善しているのではないかと想像される。しかし、都会の経済変化に伴って農村も発展しているとは必ずしもいえない。

都市化が進んでも依然として農村地帯に過密人口を抱えるジャワ島において、持続可能な社会の構築のためには、農業と他産業が地域で一体となり雇用が創出され、地域景観が保持されるような取組みが必要である。化学合成資材に依存した集約的農業技術の普及の結果として、肥料の過剰使用、家畜し尿の垂れ流し、内水面漁業による水質汚染などが地域の環境汚染を生起しているといわれている。環境保全型技術への転換が不可欠と考えられるが、農業技術知識水準の向上だけでは不十分で、経営の安定と農業所得の向上があってこそ地域の環境保全と資源の適正利用が可能となる。地域の文化は、健全に世代間で継承されることによって地域資源としての価値を形成し、それぞれが異なったものとして存続されることで地域の多様性が保持される。つまり、農業の多様化と加工から販売に至る連携の推進は、地域経済を活性化し若者の都市への流出を抑制し、地域の伝統文化の維持へつながる社会的意義を有する。

以上のように、ボゴール近郊農村においても農業・農村問題が深刻であり、とくに地域資源に立脚した持続可能な農業発展が望まれている。そのボゴールにはインドネシア最強の農科大学が存在し、既に多くの農村支援プログラムを実施しているが、本研究はその延長線上で、より具体的な営農方式・生産技術の導入による村落振興を図るものである。次節でIPBによる農村支援プログラムの一部を紹介する。

## 3. ボゴール14村の社会経済的特徴の分析

ボゴールは、オランダ植民地時代にボゴール植物園内にあるパレス(現大統領官邸)を核として発達した地区とそれに隣接する地区を含む地方都市であり、IPBは植物園の前に位置するパラナンシアンキャンパスに本部を置いていた。しかし、都市化の拡大に伴い、1990年代にここから12km北西のダルマガキャンパスに拠点を移設した。その結果、ダルマガキャンパス周辺では道路や大学関係者の居住地整備が進められ、それまでの純粋農村に急激な変化が生じたが、依然として稲作や畑作を中心とした伝統的農業地帯であることには変わりはない。

IPBは、2008年からダルマガキャンパス近隣に位置する14村(以下、IPB14村と総称する)を対象に、大学での研究成果(技術)を普及し、地域資源を活用した地域振興

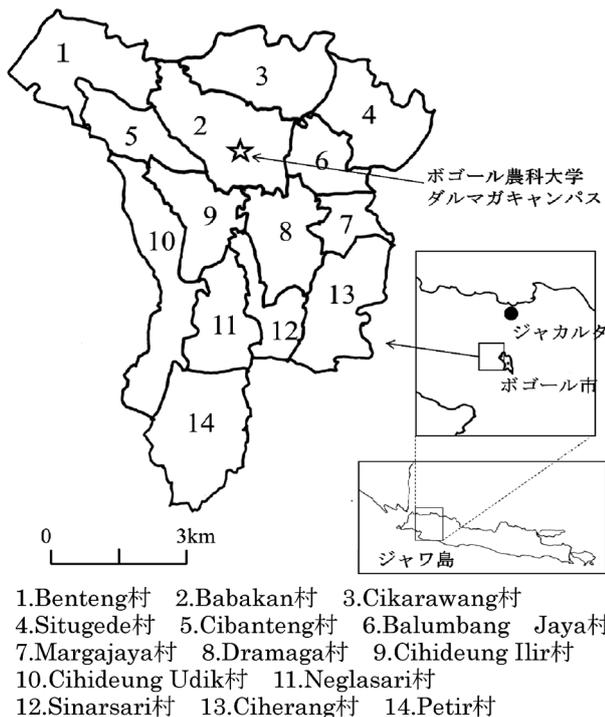


図1 ボゴール14村の地図

プログラムを開始した。これは毎週金曜日の昼に各モスクで行われるイスラム教礼拝の直前に学長を始めとする大学関係者が村を訪問し、講話だけでなく食料や施しを母子家庭など貧困世帯へ提供するイベントで、Jumuling (Jumat Keliring) と呼ばれている。この金曜集会プログラムは、毎月2~3村で開催され、住民と大学との親密な関係の構築に貢献し、今では村内の特産品即売会の機会ともなっている。

図1に示したように、当該地域はボゴール市街地から西部および南部に位置し、東西約8.5km、南北約10kmにわたって広がっている。南方にそびえる標高2,211mのSalak山の北麓地帯で、14村の標高は南が高く、北に行くに従って低くなる。土壌的にはQvsb (Benteng村, Neglasari村, Petir村等) およびQvst (Dramaga村等) に属する<sup>4)</sup>。前者は火成岩である玄武岩や安山岩が風化を受け、大量の降雨により流亡して堆積した火山灰土壌であり、後者は砂質の軽石質凝灰岩を主体とした火山灰土壌である。Salak山麓は、山頂を中心に土壌流亡が危惧されており、年間3,775mm (Darmaga, 1971-1997年平均)の降雨が原因となって土壌が流亡し、比較的標高の低い調査対象地域に堆積したことが推測される<sup>5)</sup>。

これら土壌について農業利用との関連では、次のようにいえる。すなわち、Qvsbは粘土質の土壌であり、保水性が高く、透水性が低い。とくに畑作物栽培においては、水管理に注意を払う必要がある。一方、Qvstはかなり透水性が良いことから、土壌物理性は畑作物栽培に適している。土壌化学性は土壌pHも中性付近であると推察され、日本の土壌のように極端な酸性改良を必要とすることはないが、集約的な農業体系を構築する上では、定期的に土壌

pHや交換性塩基を測定して、適切な土壌養分状態を維持することが必要である。また、水圏の富栄養化などの環境負荷の原因として注目される窒素成分については、本地域の特徴である多量の降雨により地下水及び河川への流出も懸念されることから、窒素成分の適切なモニタリングを行い、農業上の有効利用についてシステムを構築すべきと考えられる。

次いで、表1はこれらIPB14村の土地利用や社会経済指標を示したもので、ボゴール農村の実情を知るために有益なデータである。以下の諸点に注目したい。第1に、14村のうち11村はボゴール郡 (Kecamatan Bogor)、3村はボゴール市に属している。14村の合計面積は3,118haで、1村あたり約220ha規模である。水田が主要な農業形態であるが、総面積に占める水田の割合 (水田比率) は村落間でバラツキが大きく、1.8% (Babakan村) から77.7% (Cihideung Ilir村) までの範囲で分布している。水田比率の最も低いBabakan村は、IPBのダルマガキャンパスが位置する地域である。

第2に、これら14村の総人口は約12万6千人で、平均人口密度は40.6人/ha (4,060人/km<sup>2</sup>) である。日本では、「市区町村の区域内で人口密度が4,000人/km<sup>2</sup>以上の基本単位区が互いに隣接して人口が5,000人以上となる地区」を人口集中地区と称しているが、14村のうち8村は日本の概念での人口集中地区とみなすことができる。すなわち、ボゴールは人口稠密で知られるジャワ島においてもとくに人口密度が高い農村地帯といえることができる。したがって、限られた農地面積で巨大な人口を支えるために集約的な農業が営まれるが、その限界に直面した農業インボリューションの結果としての「貧困の共有」状態が想定できる<sup>6)</sup>。

第3に、貧困世帯比率は村落によって大きく変動している。最も高いのはCiherang村で、全世帯の77.2%に達しており、次いで、Dramaga村の65.7%である。一方、貧困世帯比率が最も低いのはCikarawang村で僅か5.2%、またCihideung Ilir村で6.6%である。インドネシアの所得水準は1か月の世帯所得により6階層に区分されている<sup>7)</sup>。1円=110ルピアとして日本円換算額も付記すると以下の通りとなる。

- ① Pra KS 前福祉世帯：100万ルピア (9,090円) 未満
- ② KS 福祉世帯：100~170万ルピア未満 (9,090~15,454円未満)
- ③ KS1 福祉世帯1：170~250万ルピア未満 (15,454~22,727円未満)
- ④ KS2 福祉世帯2：250~350万ルピア未満 (22,727~31,818円未満)
- ⑤ KS3 福祉世帯3：350~450万ルピア未満 (31,818~40,909円未満)
- ⑥ KS3+ 福祉世帯3+：450万ルピア (40,909円) 以上

KSとはKeluarga Sejahtera (福祉世帯)の略語で、基本的要求を満たすレベルの所得水準を達成した世帯とみなすことができる。すなわち、前福祉世帯は基本的欲求を満たすことができない貧しい世帯で、表中の貧困世帯は前福祉世帯と福祉世帯の2段階の合算値で1か月の所得が170

表 1 ポゴール地域の 14 村の行政区分、面積および人口

行政区分	郡	村名	総面積 (ha)	水田面積 (ha)	非農耕地面積 (ha)	その他 (ha)	水田面積率 (%)	人口 (人)	人口密度 (人/ha)	総世帯数	貧困世帯数*	貧困世帯数比率 (%)	主たる産業
ボゴール県 (Kabupaten Bogor)	Ciampea	Cihideung Udik	284.0	119.0	75.0	90.0	72.6	12,448	43.8	2,692	400	14.9	農業
		Cihideung Ilir	177.7	132.7	38.0	7.0	77.7	8,625	48.4	1,748	115	6.6	農業
		Cibanteng	162.2	50.9	108.8	2.5	31.9	13,293	82.0	3,281	1,117	34.0	流通
		Benteng	248.5	60.0	100.5	88.0	37.4	10,212	41.1	2,267	1,048	46.2	流通
	Dramaga	Petir	449.8	160.0	221.8	68.0	41.9	10,491	23.3	2,545	1,094	43.0	農業
		Neglasari	147.7	75.5	70.2	2.0	51.8	6,973	47.2	1,502	934	62.2	農業
		Sinarsari	172.2	50.0	118.6	3.6	29.7	6,874	39.9	1,985	695	35.0	農業
		Ciherang	251.5	101.0	137.5	13.0	42.4	9,561	38.0	1,781	1,375	77.2	サービス
		Dramaga	120.5	5.0	109.1	6.4	4.4	10,929	90.7	2,154	1,414	65.7	サービス
		Babakan	334.3	6.0	322.4	5.9	1.8	8,126	24.3	3,194	709	22.2	流通
ボゴール市 (Kota Bogor)	West Bogor	Cikarawang	226.5	154.0	58.5	14.0	72.5	7,042	31.1	1,783	92	5.2	農業
		Margajaya	116.2	45.0	71.2	0.0	38.7	5,120	44.1	402	53	13.2	その他
		Balumbang Jaya	154.0	24.4	97.5	32.1	20.0	9,806	63.7	1,983	517	26.1	流通
		Situgede	273.0	162.8	110.2	0.0	59.6	7,102	26.0	1,833	473	25.8	農業
合計/平均			3118.1	1146.3	1639.3	332.5	36.8	126,602	40.6	29,149	10,036	34.4	

出所:LPPM-IPB (2010), Desa Lingkan Kampus Selayang Pandang, Bogorをもとに筆者作成

\* 1か月の所得が170万ルピア未満の世帯

表 2 固有价值と寄与率

主成分	固有价值	寄与率 (%)	累積寄与率 (%)
1	2.878	48.0	48.0
2	1.570	26.2	74.1
3	0.895	14.9	89.0
4	0.530	8.8	97.9
5	0.099	1.7	99.5
6	0.029	0.5	100.0

表 3 各変数の第 2 主成分までの主成分負荷量

変数	主成分1	主成分2
非農耕地面積 (ha)	0.616	<b>0.734</b>
水田面積 (ha)	<b>-0.779</b>	0.424
水田面積率 (%)	<b>-0.926</b>	0.066
人口密度 (人/ha)	0.451	<b>-0.791</b>
総世帯数	0.560	0.468
貧困世帯数	<b>0.719</b>	0.047

万ルピア未満の世帯数である。IPB14 村全体では 34.1% の世帯が福祉世帯以下である。しかし、ここで水田比率と貧困世帯率との関係を見てみると、必ずしも水田比率が高いと貧困世帯比率が高いとはいえない。むしろ水田比率の最も高い Cihideung Ilir, Cihideung Udik, Cikarawang および Situgede の 4 村は、貧困世帯比率が 30% 未満と低い数値になっている。しかし、水田比率が次に高い Neglasari 村と Ciherang 村は貧困世帯比率がそれぞれ 62% および 77% と高いことがわかる。また、水田比率がきわめて低い Dramaga 村は、幹線道路沿いに個人商店が軒を連ねた市場を有する商業地区で、集中した人口を扶養するだけの農地が少ないことによって貧困化が生じていることが推察される。

次に、14 村の社会経済状況の特徴を明らかにするために、表 1 の中から非農耕地面積 (ha)、水田面積 (ha)、水田面積率 (%)、人口密度 (人/ha)、総世帯数、貧困世帯数の 6 変数を用いて主成分分析を行った。表 2 に固有价值と寄与率を示した。固有价值が 1 以上となる第 2 主成分までで約 74% の累積寄与率となった。第 2 主成分までの主成分負荷

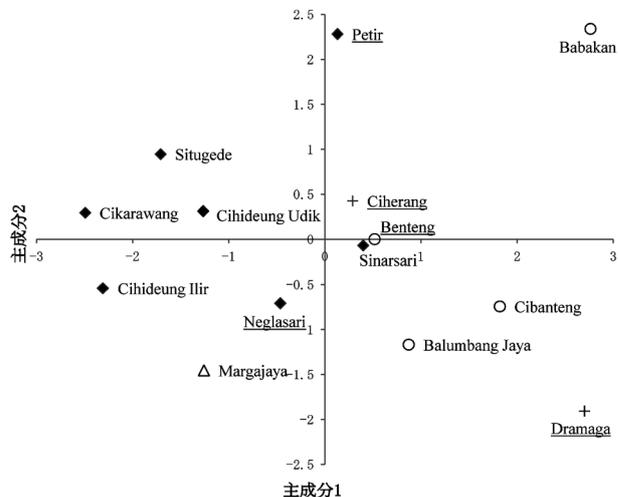


図 2 主成分 1 × 主成分 2 の主成分得点  
各村の主たる産業：◆農業、○流通、+ サービス、△その他  
下線は、貧困世帯率 40% 以上を示す

量を見ると、第 1 主成分では、水田面積率 (%), 水田面積 (ha), 貧困世帯数が 0.7 を超えており、第 2 主成分では人口密度 (人/ha) と非農耕地面積 (ha) の負荷量が高かった (表 3)。すなわち、第 1 主成分は農業の指標、第 2 主成分は人口密度と非農業部門の指標とみなすことができる。

図 2 に第 1 主成分と第 2 主成分の主成分得点を示した。第 1 主成分の得点が最も高い村は Babakan, Petir, 最も低い村は Dramaga であった。第 2 主成分の最も高い村は Babakan, 低い村は Cikarawang であった。表 4 に示した主たる産業が農業である村は図 2 の左側に、流通とサービスである村は右側に位置する傾向がみられる。また、下線で示した 5 村は、貧困世帯数比率が 40% 以上の村で、3 村は図の中心部に位置しているが、後の 2 村は離れた位置にプロットされており、農業と非農業の関係とは無関係に分散していることがわかった。いずれにせよ、14 村は隣接していても村ごとの社会的様相は分化が起っており、一括して論ずることが難しい多様な様態を呈していることが

明らかになった。

本プロジェクト研究では、IPB14村から1村を選択し、農業および地域資源をベースに新たな商品開発によって地域振興を推進するための研究を実施することを目的としている。最低限、貧困状態からの脱却が図られるべきであるとの認識から、14村のうち貧困率の高い5村を抽出し、各村の社会文化的特徴を協議した結果、サービス業に特化している Chiherang 村を除き、特徴の異なった Petir, Neglasari, Benteng, Dramaga 村の4つを候補地に選出した。Dramaga 村もサービス業が主であるが、食品加工を行う取り組みがあるため候補地に加えた。

第二段階として、この4村から対象とする1村を抽出するために、2011年3月に各村で調査を行なった。調査では、地域で展開されている特産品の製造、販売等の農商工連携の実態および非稲作部門の活性化を目指した取り組みを明らかにし、地域環境に及ぼす影響を検討することを目的とした。

#### 4. 候補地選定のための実態調査結果

##### 1. IPB による特産品開発プロジェクト

IPB は IPB14 村を対象に、2010年1月に特産品開発プロジェクトを開始した。これは、当該農村の地域資源を活用し特徴的な特産品を開発する試みである。表4に示した取組み事例から明らかなように、特産品は必ずしも農産物に限定されたものでなく、家畜、淡水魚に加えて手工芸品やアグロツーリズムも含んでいる。畜産養魚部門では、イスラム教徒にとって重要な中型家畜であるヤギと羊の導入と飼育法の改善およびグラメなどの水田養魚が中核となっている。特産品を設けることで、水田を主体とした従来の農業システムから、畜産部門の強化と畑作物栽培のインセンティブ増加につながり、結果として農業生態系の多様化が促される。

農業生産による副産物の利用と食品加工の部門は、それ

ぞれの村で多様な方法が試みられている。いずれも当地で有名な土産物を自宅で製造しており、主として女性が家事や農作業の合間に共同で担当しているケースが多い。ルマンと呼ばれる調理米飯は、竹を切って中に味付けをしたコメや肉、野菜を入れて炊き上げるもので、当地の名物料理となっている。ナツメグ果実の砂糖菓子ともち米のドドルは西ジャワでは有名な菓子で、土産物として購入されることが多い。キャッサバフライチップスとサツマイモ粉製造は、水田の多様化にともない生産される畑作物にさらに付加価値をつけることができる重要な方法で、スライスしたキャッサバを油で揚げて各種味を付けたものである。サツマイモも転作作物として当地では頻繁に栽培されており、サツマイモ粉に加工することで付加価値が高まる。ココナツの殻の炭とその製造でできる木酢液は副産物利用の一例であり、他地域でも普及可能な技術の開発が行われている。

手工芸では、松ぼっくりなどを利用した置物や造花が農村女性によって製造されている。いずれも、家内で時間の空いた時にできる内職的な作業によっている。サービス分野では、農村景観を利用したアグロツーリズムが行われており、都市化の拡大に伴う農村での癒しの場として展開させている。

以上のように、IPBの指導の下に、これら対象村では実に多種多様な取組みを通じ雇用創出と所得向上を図っていることが分かる。次に、本研究で調査を実施した4村における取組みを表5に整理した。ヤギと羊の飼育、養魚、家庭用薬用植物栽培、ナツメグ砂糖漬け、キャッサバチップスの5つの取組みについて、より詳細に特産品開発プロジェクトの現状を論述する。

##### (1) ヤギと羊

Petir 村の農家数は約430戸で、家畜飼育はヤギが主流である。1戸当たり5〜7頭のヤギを伝統的な方法で飼っている。エサは田畑から刈ってきた作物残渣、草などで足

表4 ポゴール近郊農村における農業多様化への取り組み例

	Cihideung	Cibanteng	Benteng	Petir	Neglasari	Sinarsari	Dramaga	Cikarawang Udik
<b>畜産養魚</b>								
ヤギ・羊	○	○	○	○	○	○		
養魚				○			○	
<b>耕種</b>								
TOGA (家庭薬用植物)			○					○
有機米 (場所不特定)								
<b>副産物利用・食品加工</b>								
サツマイモ粉製造								○
キャッサバフライチップス			○		○			○
ルマン (竹筒飯)					○			
ナツメグ果実の砂糖菓子							○	
もち米のドドル (菓子)								○
ココナツの殻の炭と木酢液	○							
<b>手工芸</b>								
造花				○				
<b>サービス</b>								
アグロツーリズム	○							

出所：LPPM-IPB (2010), “Desa Lingkan Kampus Selayang Pandang”をもとに筆者作成

りており、購入飼料は与えていない。竹で作られた家畜小屋に仕切りを作って飼われており、糞尿は床下に落ちるので、それを集めてヤギ糞堆肥を作り、水田や畑に還元している。ヤギ乳は子ヤギ飼育に使われる。成長したヤギはサテ・カンビン（ヤギ串焼き）用の肉にするために市場で販売するのが一般的である。羊も飼育されているが頭数は少なく、今後の拡大意向が認められた。ヤギと羊は、イスラム教儀礼である犠牲祭（Eid Al-Adha）と男児の割礼儀礼の際に必要な家畜で、首都ジャカルタからの需要が見込めるため、規模拡大にはリスクが少ないと考えられる。

Dramaga村では、羊飼育の強化が目標で、かつては各戸5頭ほど飼育していたが、現在までに各戸20~24頭に増加してきた。犠牲祭には、羊、ヤギ、水牛の雄を殺して祭事を行うという慣習があるが、この地域ではヤギより羊のほうが肉の臭みが無いという理由で高く売れるので、羊飼育が圧倒的に多い。畦畔雑草のほかサツマイモ茎葉をエサとして与えている。

Benteng村では、POSDAYA (Pos Pemberdayaan Masyarakat) と呼ばれる村落開発拠点内に作られた畜舎で、農民グループがヤギと羊40頭を飼育している。イスラム教の犠牲祭の前に、ジャカルタ（アンチョール市場）まで売りに行く。この際の運搬費は購入者が支払う。羊よりヤギのほうが高値で取引されるという。普通サイズの羊については、60万ルピアで子羊を購入し、6か月間の飼育後に1頭130万ルピアで販売する。大きな羊は、1頭200万ルピアになるという。一方、普通サイズのヤギの場合は、70万ルピアで子ヤギを購入し、6か月間の飼育後に1頭180万から200万ルピアで販売できる。この村では、羊よりヤギを多く飼育しており、1戸あたり3~8頭が平均的であったが、20頭も飼育しているケースも観察できた。

(2) 養魚プログラム

Dramaga村は、かつてはグラメ養殖の中心地で養魚協同組合もあったが、1998年のインドネシア経済危機で魚の価格が暴落し、協同組合は解体し養魚生産も衰退した。現在、40戸で農民グループを組織し、3.6haの水田養魚を行っているに過ぎない。グラメ、ナマズおよびBawal（クロアジモドキ）の3種類の養殖を行っているが、問題は、魚の病気やカビ、降雨の不安定性、水質の低下などがあげられる。特に、2010年の乾季はほとんど乾季らしい晴天がなく、雨が多くて気温が低下してしまい、水温の低下によりカビが発生して困ったという。通常、グラメは2,000ルピア/匹

で仕入れ、8か月間養殖をして0.6~0.7kg/匹に成長したところで販売する。Bawalの場合は、4か月で収穫し、その後水を落とす。Bawalの餌は野菜くず等がよく、稲の害となるスクミリンゴガイも食べてくれる。

魚用の餌は8種類あり、稚魚から成魚に至るステージごとに餌を変える。250m<sup>2</sup>の水田における飼育方法を例に述べる。水深を1~1.5mにし、稚魚を1,100匹投入する。1匹あたり3か月で1kgの餌を必要とするので、1,100匹で1.1トンの餌を要する。朝7~9時と夕方4時ごろの2回給餌する。8か月間の死亡率は15%で、1kgにまで成長するのは6割程度である。789という種類の飼料は、18.7万ルピア/30kgである。基本的には、魚の密度は10匹/m<sup>3</sup>といわれているが、インタビューした農家は6匹/m<sup>3</sup>で行っていた。3か月ごとに、塩や化学薬品（魚の病気予防）を投入するので、養魚が終わって落水した後の底土を農業利用するのは危ないと考えていた。

(3) TOGA（家庭用薬用植物）

ジャワ民族の地、中・東ジャワでは、伝統的にJamuと呼ばれる生薬を利用して病気予防や病気の改善に努める習慣があるが、スンダ民族の地ボゴールでも民間薬として市場販売されており<sup>8)</sup>、新たにTOGAというキーワードで、家庭に必要な薬用植物を栽培して健康管理をはかる風潮が高まっている。体調に異変を感じた時、医療機関を受診する前に、体調管理や予防を目的として民間薬を利活用したいという意識が高い。IPB林学部教授が以前から地域の薬用植物（木本、草本とも）を約100種検索し、遺伝資源の保全と家庭での薬用植物利用の普及を目的として活動を行ってきた。Benteng村では、2008年からそれらの植物を積極的に栽培して、人々が利用可能な状態にできるようプログラムが始まった。TOGAの農民グループができて本格的に取り組んでおり、現在60戸の農家で237種類の薬用植物を認識し、家庭での利用を目的として100~200m<sup>2</sup>の屋敷地内を中心にして栽培している。

TOGAの栽培には、農薬や化学肥料は一切使用してはならないことになっている。各家庭でそれぞれ作っているため、まだ量的には多くなく、販路がないことが問題である。注文もあるが、ほとんどボゴール地域の家庭利用であり、会社やジャカルタからの注文、国外輸出には至っていない。村人が新たにTOGAの栽培を希望すれば苗や株を分けて普及に協力する一方、栽培者は個人的な売買をするのではなく、農民グループを通して販売するような決まり

表5 予備調査対象4村の特産品開発の種類と特徴

特産品の種類	村	原料生産	加工	販売	特徴	改善点
キャッサバフライ チップス製造	Petir, Benteng	×	○	○	拠点となる家での調理・加工作業。女性主体。来られる人が来られるだけ作業する。	原料を村内で生産できるような体制
ナツメグの砂糖菓子	Dramaga	×	○	○	拠点となる家での調整・加工作業。女性主体。来られる人が来られるだけ作業する。	加工用オープン の台数確保
TOGA（家庭用薬用植物）	Benteng	○	○	△	屋敷地（homegarden）での、少量多品目栽培。女性主体。	販売戦略、宣伝
養魚	Dramaga, Petir他	○	—	○	水田を養魚池に転換。男性主体。	飼料（ペレット） のコスト低減
ヤギ・羊	Petir, Benteng	○	—	○	近年増加。Bentengでは組織的に飼育。男性主体。	飼料の質の向上

出所：現地聞き取り調査をもとに筆者作成

になっている。

村では特に、4種の薬草の商品化に力を入れている。1つめは、赤ショウガ (*Zingibera officinale*, ショウガ科: 現地名 Jahe merah) は、一般のショウガより葉も地下部も小型であるが、ショウガ特有の辛味成分が多く含まれているようで、少量でも体を温める作用が高いという。地下部を乾燥後に粉末にし、黒砂糖などと混ぜてインスタントショウガ糖を作って販売している。2つ目のクミスクチン (*Orthosiphon aristatus*, シソ科: 現地名 Kumis kucing) は、熱帯アジア原産の草本植物で、乾燥葉をお茶にして飲料に供すと糖尿病や利尿作用に効果があるといわれている。日本でも「クミスクチン茶」として健康食品店で販売されており、ヨーロッパでも医療品原料として利用されている。3つ目のタコカ (*Solanum torvum*, ナス科: 現地名 Tekokak) は、熱帯アメリカ原産のナス科の灌木で、西ジャワでは果実を野菜として食する伝統がある。一般的には、タコカは野菜として利用されているため、薬用効果を意識している人は多くないかもしれない。前立腺癌に効果があると銘をうっている。4つ目はピナホン (*Anredera cordifolia*, ツルムラサキ科: 現地名 Binahong) は、手術後の回復、潰瘍、痛風、痔、糖尿病、脳卒中、高血圧に効果があるといわれている。

このほかにも、屋敷地で栽培されていた植物には、ハリビユ (*Amaranthus spinosus*, ヒユ科) やオオニシキソウ (*Euphorbia maculate*, トウダイグサ科) など、一般に雑草とみなされている植物もあった。TOGAの栽培は、基本的に女性が主体となっており、経済的に多くのメリットがあるわけではない。たとえば、農民グループのリーダー Y 氏の場合、水田 800 m<sup>2</sup>、畑地 1,400 m<sup>2</sup>、屋敷地 250 m<sup>2</sup> の土地があるが、そのうち最も収益が大きいのは畑地でのパラウイジャ作物栽培で、薬用植物は収入源というよりも健康維持のための利活用という段階であるという。将来的には、この村を薬用植物の村として発展していきたいという目標を持っており、そのためにも今後の販路の拡大や調整加工、パッケージの改善など、マーケティングにかかわる支援が不可欠であると思われた。

組織的な薬用植物栽培ではないが、Petir 村では、母乳の出がよくなるという薬草 katuk (*Sauropus androgynous*, コミカンソウ科) の栽培が盛んにおこなわれている。キャッサバなどの畑作物との混作が行われており、販売価格がよいため、継続的な生産がおこなわれる。

#### (4) ナツメグの砂糖菓子作り

ナツメグ (*Myristica fragrans*, ニクズク科) の砂糖菓子は、Manisan Pala (甘いナツメグの意) と呼ばれ、1970年代からすでに Dramaga 村が中心的役割を果たしており、ボゴールの土産物としてインドネシアに定着している。

ナツメグは、インドネシア・マルク諸島付近原産の本本性植物で、播種から7年ほどで果実をつけ始める。果肉が成熟し、果皮が割れると中から赤色の仮果皮 (メース) に包まれた種子が出てくるが、香辛料としてはこの乾燥したメースと種子の乾燥粉末 (ナツメグ) の二種類が使われる。香辛料としてのナツメグの加工は、スラウェシ島が中心で、

そこからオランダをはじめとしたヨーロッパ等に輸出される。この村で使われているのは未熟な果実から種子を取り出したもので、それを加工して砂糖漬けにしている。まず、果実の皮をむいて種を取り出し、果実を花状にナイフで切り込みを入れたものに砂糖をまぶして、プラスチックトレーの上で4~5回反転しながら混ぜて色を付ける。この作業は、見学時は男性が行っていた。砂糖に蜂が寄ってきて、時々作業員が蜂に刺されるという被害もある。そのあと1~2日天日干しをするが、雨季で乾燥が困難な場合は屋内の乾燥機を用いる。

村内に16か所加工所があるが、いずれも家の屋上とそれにつながる部屋を加工場としている家内制で、主として女性が作業に従事している。1作業所あたり8~10人が作業にかかわっているが、家で内職できる作業もあるため、自宅に持ち帰って行く場合もある。ナツメグは、ボゴールの南に位置するスカブミ県で生産されたものを60トン/月仕入れている。見学した加工所は、最大でも600kg/週しか製造できないが、乾燥機などの機器が改善されれば雨季でも乾燥できるようになるため2トン/週に向上できると期待している。

#### (5) キャッサバチップス

Petir 村の A 夫人の家では、2010年からIPBの協力を得て POSDAYA “Bersama” が設立された。キャッサバのイモを加工してチップス製造を行うプログラムで、B氏がリーダーを務め、10名の女性が作業に従事している。政府のマикроクレジットプログラム (小口融資) により5,000万ルピア (約45万円) の融資を受け、そのうち2,500万ルピアは返済義務がある。金曜は休みで、ほかの日は来られる日に来られるだけ作業をするという方式で行っている。現在は原料となるイモの生産を行っておらず、すべて購入しているが、将来的には生産から加工販売まで通して行う計画をしている。作り方は、材料のイモを蒸し、つぶしてサゴヤシ澱粉粉を混ぜて平らにならして均等なサイズに切る。それを乾燥させて、ヤシ油で揚げて調味パウダーをまぶす。調味パウダーは、バーベキュー味、チーズ味、焼きトウモロコシ味、辛い味の4種類である。1袋250g入り6,500ルピアで販売している。売り上げから材料費を差し引いた利益を、作業に従事した人で分けて賃金としている。

堀らの1999~2000年の調査によると、ボゴール県におけるキャッサバ栽培は、水稻生産力の低い村の付加的食糧か商品作物としての2種類に分けられていた<sup>9)</sup>。調査時点では、キャッサバの生産は水がかりの悪い地域でよく行われており、商品作物としてジャカルタの卸売市場への流通も確認されたが、村内で収穫したイモをチップスに加工して販売することは新たな展開で、キャッサバに村内で付加価値をつけることができる点からも重要な変化であるといえる。

## 2. 対象調査村の決定

4つの候補村での予備調査結果を、農生態系の特徴から5項目、すなわち作物栽培、畜産、養魚、屋敷地栽培およ

表 6 調査対象 4 村の農業の概況

	作物 栽培	畜産	養魚	屋敷地 栽培	食品 加工	総合 評価*	課題
Petir	◎	◎	◎	○	○	13	多様なファームシステム
Benteng	○	○	×	◎	◎	10	TOGA(薬用植物)のマーケティング
Neglasari	◎	◎	×	×	×	6	灌漑システム
Dramaga	△	×	◎	×	◎	7	ナツメグ砂糖菓子と養魚のマーケティング

出所：現地調査をもとに筆者作成

\* ◎, ○, △, ×をそれぞれ3, 2, 1, 0点として算出した総合得点。

び食品加工に分けて各村での重要度を表6のように要約した。まず、Neglasari村は作物、畜産にすぐれておりポテンシャルを持っていたが、多様な農業形態はみられなかった。農業生産技術ではなく、灌漑システムの充実が緊急課題と考えられた。Benteng村は屋敷地での薬用植物生産とそれを材料としたJamu用材料(TOGA)に特化していた。すでに特産品と見なされる実績があり、商品の原料や製造過程ではなくマーケティング分野での改善が必要と考えられた。Dramaga村は農地が少なく、他の村からナツメグを持ってきてそれを使ったスイーツ生産と漁業にポテンシャルを持っていた。ナツメグスイーツはすでに特産品化しており、ここもマーケティング分野での改善が課題と考えられた。Petir村は、作物生産、畜産、漁業、屋敷地、家内工業など多様な生産加工活動が行われており、個々についての改善の必要性が認められた。各村のそれぞれの部門の特徴を3, 2, 1, 0で数値化して合計点数を算出した。その結果、Petir村が最も得点が高く13点、Benteng村が続いて10点であった。

農村振興には、非農業部門的要素を強化することで地域経済の向上をはかることも可能であるが、地域内に多様な農生態系が分布することによる農生態学的な安定性が持続的な地域農業の素地となるとの考えから、あえて農業による地域振興を図りたい。したがって、以上の4つの候補村の現状と今後の可能性を踏まえて、農生態系が多様で、個々の内容については改善が必要な点が多くあるPetir村が本研究の対象地域として最適と判断し対象村として選定した。

### 3. 今後の研究課題の設定

調査結果を踏まえ、われわれはIPBチームとさらに協議を重ねて今後の研究課題を設定した。協議の中では、とくに以下の諸点が指摘された。第1に、多様な農業形態と特産品開発との関連では、作物—畜産—漁業の好ましい結合比率が問題である。この点について、IPBでは指針を準備していたが実証試験はなされていなかった。そこで、Petir村の産業構造を前提として、作物—畜産—漁業の3分野の最適構成バランスを確定することを課題とした。第2に、最適産業構成を検討する上で、グラメの餌の自給率向上も課題としてあげられ、その解決策としてキャッサバの利用が提案された。キャッサバは食用としての需要が限られているため、有害物質の除去のための発酵技術の開発など、技術的側面からのサポートが必要であることが確認された。第3に、現在餌として利用されているペレットの内容成分についての調査の必要性が指摘された。第4に、

グラメの養殖は決められた池で行われており、魚の糞や未利用飼料の影響で富栄養化している可能性が考えられる。作物栽培圃場としての利用も考えられるが、水を抜く作業の煩雑さや作物栽培への影響を考慮すると、池を最も標高の高い位置につくり、そこから水をかけ流す方法で栄養成分を有効利用できる可能性が考えられた。このように土地利用の空間的配置を工夫することで、肥料成分の効率的利用が図れるのではないかの提案があった。第5に、Benteng村で盛んに作られている薬用植物を人間へ利用するだけでなく家畜へも利用できないか、Dramaga村で不足しているナツメグ原料の栽培の可能性など、他地域との関連の中で産業化を図っていく方法なども提案された。

以上、本プロジェクトは次の5課題に沿って両大学共同で実施し、対象地域の振興に資するモデルの構築を図ることとなった。

1. 作物—畜産—漁業の最適バランスの確定とその実証
2. キャッサバ茎葉のヤギ・羊用飼料としての利用法の開発
3. 肥料成分の有効利用を目的とした標高差を利用した圃場配置の工夫
4. 家畜への薬剤投与にかわる薬用植物の利用
5. スイーツ用高品質ナツメグ生産の可能性

人口過密な地域の発展のためには、貧困の解消という社会経済的状況の改善が必須であるが、そのためには農生態学的アプローチをとり入れ、地域の伝統文化に基づいた「地域の総合的パースペクティブの構築」<sup>10)</sup>が必要である。

本研究課題を農生態学的に整理すると、次の2点に集約できる。第1に、農業多様性の向上である。水田、畑地、家畜用地、養魚池などの異なった土地利用形態のモザイク状の配置は、生態系の地域内多様性(γ多様性)を高めることになる<sup>1)</sup>。耕地を水田で単一化させるだけでなく、キャッサバ、サツマイモ、パパイヤなど異なった種類の畑作物を作付することや、さらに畑内で複数種の作物を混作することで、生態系の異なった階層における多様性が高まり、地域全体の農業多様性の向上に貢献する。14村地域3,118haのうち36.8%にあたる1,146haが水田であるが、ここに12万6千人を安定的に扶養するには生産性の向上のみならず、集約的農業が多様性の中で農生態系の安定性を発揮する必要がある。地域農業の安定的発展のためには、このようなファームシステムの向上は生態学的にも評価できる。

第2に、耕種に加えて畜産と養魚の拡大による、地域景観の維持と知の体系の維持である。飼料としての域内草本植物の採集は、地域に生育する植物に関する知識がなけれ

ばならない。すなわち、どこに生えるどの植物がヤギに、羊に、そして各種魚にとって有用であるかという地域知を基盤として行われている。民間知の継承とともに、多くが雑草であることから、頻繁な攪乱を継続することで個体群が維持されていることが推測される。すなわち刈取りによって地域の植生が維持されており、結果として農的景観と知の体系の継続が図られているといえる。もちろん、植物が家畜飼料として利用され、排せつされたものが堆肥あるいは液肥として耕地に循環されれば、地域内資源循環がより一層促進され、それに伴いエネルギーロスも少なくなると推測される。残念ながら、現在の飼育体系では家畜厩肥が意図的に堆肥化されて作物栽培に利用されているとはいえず、改善が必要と考えられる。さらに、女性や子供の活躍できる家内制食品加工や屋敷地での多様な植物資源の栽培は、在地の知を温存し発展させるための文化の保持として重要な活動となりうる<sup>11)</sup>。

## 5. ま と め

IPBはボゴール市街地から約20キロ離れたダルマガキャンパスへ移設して以来、周辺農村への実学的な教育研究活動を強化してきた。その活動の一環として2008年から周辺14村で金曜集会プログラムを、また2010年からは特産品開発プロジェクトを開始している。基本的には、地域資源を活用した特産品の開発による雇用の創出と所得向上を目指した地域振興事業である。本学が提案した研究プロジェクトは、まさにIPBが開始したものと目的と手法において共通性が高く、両大学は共同で実施することにした。しかし、本研究では地域振興モデルの構築を狙って、特定な1農村に限定し、種々の分野の専門家によって具体的に特産品開発を進めることとした。

本研究で実施した調査地選定のプロセスは、以下のとおりである。対象とするIPB14村は、すでにIPBが周辺農村との連携を強化し指導しているプログラム対象である。まず、インドネシアの農業政策から、農業多様化と貧困の解消が課題であることを確認した。つぎに、IPB14村の社会経済状況を整理し、さらに主成分分析によって村々の特徴を把握した。そこで、貧困率が高く、特産品のプログラムを実施できている4村に絞り込みを行った。ここで、現地実態調査を行い、それぞれの村の自然環境、村落の状況

を村役場でのインタビューや住民への聞き取り調査を実施して、農生態系の構成の多様性と農村開発の可能性を検討し、最終的に1村に決定した。最後に、対象1村について、プロジェクトチームメンバーのそれぞれのディシプリンをもとに課題を明確化し、今後の研究の方向性を示した。

本稿の事例はインドネシアであるが、同様の問題意識のもとで地域農業研究を始める際、調査地選定の一つの手法として提示することができる。

## 引用文献

- 1) GLIESSMAN SR (2007) *Agroecology : Ecology of Sustainable Food Systems*, CRC Press, Boca Raton, FL.
- 2) 西村美彦 (2009) インドネシアの農業政策—コメ政策を中心に食料確保に向けた取り組み, 課題, 今後の展望等についての調査—, 食品需給研究センター, 平成20年度海外農業情報調査分析事業アジア地域報告書, 125-149.
- 3) FUJIMOTO A, A KAMARUDDIN (2000) *Highland Vegetable Cultivation in Indonesia*, World Planning, Tokyo.
- 4) KUSNAMA ACE, B HERMANTO (1998) Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa (2<sup>nd</sup> ed.), *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*, Bandung.
- 5) EGASHIRA K, Y MATSUSHITA et al. (2003) Features and Trends of Rainfall in Recent 20 Years at Different Locations in Humid Tropical to Subtropical Asia. 九州大学農学部紀要, 48 (1-2) : 219-225.
- 6) GEERTZ C (1963) *Agricultural Involution, the Processes of Ecological Change in Indonesia*, University of California Press, Berkeley. クリフォード・ギアーツ 池本幸生訳 (2001) インボリューション; 内に向かう発展. NTT出版, 東京, pp. 23-269.
- 7) MAESTI M (2005) Family-coping strategies in maintaining welfare during the economic crisis in Indonesia : A case study in rural and urban areas in Bogor West Java, Indonesia. *J. Agro Ekonomi*, 23 (1) : 54-70.
- 8) 新田あや, ハリー・ウイリアムス (1988) 東南アジアにおける生薬の比較研究 第XVI報 ボゴール及びスカブミのジャムウ生薬. 医薬品研究, 19 (1) : 107-116.
- 9) 堀 健夫, 杉山信夫, 岩本純明 (2003) 農業立地の違いが西ジャワ・ボゴール県におけるキャッサバの生産と役割に及ぼす影響. 熱帯農業, 47 (2) : 135-141.
- 10) 原洋之介 (2001) “今なぜギアーツの『インボリューション』か?” クリフォード・ギアーツ 池本幸生訳 (2001) インボリューション; 内に向かう発展. NTT出版, 東京, pp. 9-21.
- 11) 吉野馨子 (2013) 屋敷地林と在地の知: バングラデシュ農村の暮らしと女性. 京都大学学術出版会, 京都.

# Selecting a Research Site for Regional Agricultural Development Model

— A Case of Promoting Local Products in Rural Areas of Bogor, Indonesia —

By

Rie MIYAUURA\*<sup>†</sup>, Hiroki INAIZUMI\*, Akimi FUJIMOTO\*, Kenji YOKOTA\*\*,  
Hironobu SHIWACHI\*\*\* and Tadashi BABA\*\*\*\*

(Received May 23, 2013/Accepted September 10, 2013)

**Summary** : Economic development has been accelerated by rapid industrialization, however poverty still remains as a major issue and improving income level is a significant agenda in the rural areas in Indonesia. In order to develop regional agriculture, the stability of both farm economy and agroecosystem as the bases of bioproduction are the main challenges. To pursue the sustainable development of regional agriculture, we set out to evolve a more diversified agriculture with special regional products for the elimination of poverty through the improvement of the household economy of small scale farms. This study aims to select a research site to integrate socio-economic as well as agroecological approaches as a practical science to find a new direction toward sustainable regional agriculture.

Firstly, we chose 14 candidate villages in the rural area of Bogor, West Java, and sorted out the socio-economic factors by conducting principal component analysis to break down the characteristics of the villages. Four predominantly agricultural villages with the highest rate of poverty were selected. Then we conducted a field survey to clarify the natural environment and the actual situation of these rural communities by interviewing village officers and farmers. The potential for rural development based on diversified agroecosystems was considered and finally one village was selected. Agricultural issues in the intended village were overviewed and the direction of further research clarified.

**Key words** : Agroecology, Regional Development, Regional Agricultural Research, Research Site Selection, Agricultural Diversity

---

\* Department of International Biobusiness Studies, Faculty of International Agriculture and Food Studies, Tokyo University of Agriculture

\*\* Department of Applied Biology and Chemistry, Faculty of Applied Biosciences, Tokyo University of Agriculture

\*\*\* Department of International Agricultural Development, Faculty of International Agriculture and Food Studies, Tokyo University of Agriculture

\*\*\*\* Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

<sup>†</sup> Corresponding author (E-mail : mia@nodai.ac.jp)