

# 持続的胡椒生産農業の確立に関する実証的研究

## A Study on the Establishment of Sustainable Pepper Agriculture in Brazil and Thailand

滝川 嘉彦  
Yoshihiko TAKIKAWA

### 論文要旨

第1部の分析では胡椒の経済年数(耐用年数)を持続可能性を示す指標として、その指標に寄与すると考えられる9種類の持続性項目を使って重回帰分析を行った。その結果は①から⑧までの持続性項目は欠落し、⑨の有機質肥料の使用のみが有意差をもって寄与する項目に残った。このことは、ブラジルは参考値ではあるが、両国に共通する結果である。

また生産関数による生産性に寄与する項目の分析から、B・C両タイプ間に共通する結果として、胡椒生産農業においては必ずしも規模の大きさが生産性を高めることに影響しない。という点が挙げられる。その要因として、規模拡大により労働、経常財の単位当たり投入量が低下することが考えられる。

これらの分析結果をもとに3つの具体的指針および課題の検証をおこなうと、持続的胡椒生産農業の具現化に向けた3つの具体的指針の②について循環型の胡椒栽培技術の確立を目指す上で、有機質肥料を利用することが有効である。ただし胡椒生産には規模拡大のメリットがないので面積拡大は循環型の胡椒生産の阻害要因になり得る。以上の結論に達した。またこれに対する具体的方策は、規模拡大による単位当たり労働時間、経常財投入の減少を止めることである。

第2部では線形計画法によるB・Cタイプの胡椒単作経営および複合経営の比較分析から、複合経営のデータを用いての結果ながら両タイプともに胡椒単作経営より実績値(現状の複合経営)の方が収益性が高い。さらに実績値より複合経営(最適解)の方が収益性が高く経営的メリットがあることが判った。

具体的方策として、複合経営(最適解)のメリットを享受するためにはプロセスおよび制約に関する以下の改善が必要である。

Bタイプについては以下の5点である。

(1)黒胡椒とライムの2作目の土地稼働実績を高める。(2)経営耕地面積を拡張する。(3)農忙時期(9月、1月)の雇用労働力の確保。(4)労働投入割合が高いパッションフルーツ排除の検討。(5)5月、8月期の雇用労働力の確保。

黒胡椒については価格低落期の長期化と病害防除の難しさから各生産者ともに他作物への転作の傾向にあるなかで、転作か胡椒継続かの見極めが困難な時期であるが、胡椒生産には導入すべきとの結論である。またライム、パッションフルーツともに胡椒からの転作作物であるが、現状の価格水準ではライムの導入が有意である。さらにBタイプは全ての農業労働力を雇用労働力により賄っており、今後農忙期の臨時雇用労働力の確保が経営に影響するものと判断される。

最後に経営耕地面積の拡大について、Bタイプはアマゾン河流域の広大な熱帯降雨林を有する地域において胡椒生産を営むものであるが、病害により耕作可能面積は縮小傾向にあり、このことは経営耕地面積拡大のメリット享受の阻害要因である。しかしその代替策と考えられる移動を伴った胡椒生産は環境保全型農業の阻害要因である。

Cタイプについては以下の4点である。

(1)胡椒の稼働実績(土地)を高め、ドリアンの稼働実績をやや減ずる。(2)ランブータンを導入しない。(3)経営耕地面積の拡大。(4)2・4月期の胡椒収穫時期の労働力の確保。

Cタイプについても胡椒への稼働実績を高め、やや過剰となったドリアン生産への傾倒に歯止めをかけるべきである。またランブータンの導入には市場価格の動向を見極めた十分な検討が必要である。さらに経営耕地面積の拡大、タイ東北部からのスムーズな労働力の確保が今後の生産維持に重要である。

これらの結果から持続的胡椒生産農業の具体的指針②の生産減を補う方策として複合経営(混合作付)が有効であるとの結論に達した。

キーワード：有機質肥料、持続的胡椒生産農業、生産関数、線形計画法、複合経営  
organic fertilizer, sustainable pepper agriculture, production function  
linear programming analysis, complex management of black pepper

## 第1部 胡椒生産の技術水準

### 一 胡椒生産の技術力水準

#### 1 はじめに

胡椒生産における植物的・品種の特徴および病虫害の対応の差異を踏まえたB・Cタイプ間の栽培技術と持続可能性との関係から、持続可能性をもたらす効果があると考えられるものは、①病害防除を目的とした土壌検査および苗検査、②複合生産(混植)、③畦間隔の拡大、④自然木支柱利用、⑤家族労働による定植および肥培管理、⑥間接施肥(表土、溝への施肥)、⑦手作業による除草、⑧日除けの作成、⑨有機質肥料(厩肥)の多用であった。これらの項目の大部分はCタイプ(タイ)における作業項目であった。

次に経営経済的分析結果からはB・Cタイプの比較において、Cタイプの投入に対する生産性は比較優位でありCタイプは複合生産(混合作付)がこの優位をさらに高めている可能性がある。しかし持続的農業所得の計測からは中長期的収益性の確保は劣位であることが明らかとなった。

また本研究が目標とする持続的胡椒生産農業の目標(具体的指針)は、「土地生産性を低下させることなく永続的に一定の農地において胡椒農業を可能にすること。」であり、そのため技術的には「胡椒とそれ以外の作物による複合経営」が、経済的には「中長期的視野での胡椒経営」が有効であることが経営経済的分析から分かった。

しかしこの結論は具体的指針の一部を満たしているに過ぎず、B・C両タイプともに循環型ではあるものの低投入では無い。すなわち「持続性を高めるための方策として高投入を選択している」こと、また「土地生産性を低下させることなく永続性を持ち得る」ことの2点についての検証には及んでいない。

したがって2つの調査結果の課題を含めた結論に至るにはさらなる分析が必要であることから、ここでは両タイプの生産関数による生産技術水準の分析、および重回帰分析により栽培技術と持続可能性との関連性を検証する。

#### 2 分析方法

分析に際し欠損データを含むもの、また著しく母集団を逸脱するものを誤差として削除した。その結果ブラジルのデータ数は18戸、タイのデータ数は86戸となった。

1,600の調査項目からは第1に生産量と相関の高いものを選別し、コブ・ダグラス(Cobb Douglas)型生

産関数に必要な生産量、資本項目、経常投入量、労働投入量、土地の項目から因子分析により項目を代表するものを選択した。

次に栽培技術を示す項目として、土壌苗検査回数、複合生産による生産量および収益性、畦間隔、自然木利用の有無、肥培管理に対するウエイト、施肥方法(間接・直接)、除草方法、日除けの有無、有機質肥料を多用の有無を指定した。

また胡椒生産の持続性を表す指標としては、①胡椒樹平均生存年数(各生産者ごとに全作付胡椒の生存年数の平均値を出した)および②胡椒経済年数(各生産者ごとのおおよその平均的胡椒の耐用年数)を利用した。

さらにCタイプが土地生産性を損なっていないかという点を考慮し③土地生産性を項目としてたてた。

選抜した項目は、①全体(タイプごと)または②グループごとにまとめ、a実数値、b順位またはc偏差値に加工したデータを対数変換して、その結果から算出した。

### 二 Bタイプ(ブラジル) 胡椒生産の可能性(生産関数分析)

#### 1 Bタイプ(ブラジル)の生産関数

Bタイプ(ブラジル)の全体のデータは数が少なく動向が顕著に分散していたため、判定値が低く生産量と投入量の技術的関係や規模に関する弾力性を示すような有意な結論は得られなかった。したがって推計値は参考値である。また経営規模別ごとの特徴を把握するためにグルーピングして生産関数を求めた。グループは5ha未満の10戸と、5ha以上の8戸の2分類とした。

##### (1) データの種類

データは分析の手順に従い、栽培技術、生産技術上有意と考えられるもの、および産出量に関する主成分分析上有意なものから、産出量、資本、労働、経常材、土地に関するもの、および持続的胡椒生産、労働の質、生産技術の熟達度合いに関するものを合計54項目選択した。因子分析の結果、生産関数分析を行う上の基本項目を、産出量Q、資本投入量M、労働K、経常材K、土地Bの5項目とし、さらに細目を以下のように定めた。

- ・Q(産出量関係) Q: 平年作収量
- ・L(労働関係) LF: 家族労働時間  
LE: 雇用労働時間 LT: 労働時間合計
- ・K(経常材関係) KC: 購入化学肥料投入費
- ・B(土地関係) B: 胡椒作付面積  
BP: 支柱本数による胡椒作付面積

- ・ M (資本関係)            M: 農機具費用累計
- ・ その他                    E: 世帯主胡椒農業経験
- S: 胡椒経済年数

(2) Bタイプ(ブラジル)生産関数による分析結果  
数式 1 Bタイプ(ブラジル)の生産関数

$$Q=0.151BP^{0.945} \cdot KC^{-0.031} \cdot LE^{-0.003}$$

\* Q: 平年作収量 BP: 支柱本数による胡椒作付面積  
KC: 購入化学肥料投入費 LE: 雇用労働時間

数式 1 は平年作収量に胡椒作付面積(土地)が0.945という高い割合で寄与していることを示した。また購入化学肥料投入費(資本)や雇用労働時間(労働)はゼロに近似した値であった。結論として、Bタイプ(ブラジル)は生産量に対する寄与する項目は土地であることが判った。

(3) Bタイプ(ブラジル)経営規模別生産関数による分析結果

#### ①経営規模5ha未満

経営規模5ha未満の生産関数の分析結果は以下のとおりである。

数式 2 Bタイプ(ブラジル)経営規模5ha未満の生産関数

$$Q=1.772S^{0.975} \cdot M^{0.480}$$

\* Q: 平年作収量, S: 胡椒経済年数,  
M: 農機具費用累計

Bタイプ(ブラジル)の5ha未満の小規模な胡椒生産者では胡椒の経済年数(耐用年数)が0.975と高い寄与率を示している。これは経済年数を長ざることが生産量の増加と高い関連を持っていることを意味しており、Bタイプ(ブラジル)の経済年数平均6.6年がCタイプ(タイ)18年の半分以下と低いことの影響が考えられる。したがって病害や粗放的肥培管理の結果として経済年数が短くなることは生産性にもマイナスの効果をもたらすことになる。

また M (農業機械取得価格)は0.480の寄与率を示しており、農業機械の利用が生産性にプラスに影響していることが分かる。Bタイプ(ブラジル)は中・大規模な生産であるため農業機械への依存度が高いことが要因と考えられる。

#### ②経営規模5ha以上

経営規模5ha以上の生産関数の分析結果は以下のとおりである。

数式 3 Bタイプ(ブラジル)経営規模5ha以上の生

産関数

$$Q=0.236BP^{0.592} \cdot LE^{0.468}$$

\* BP: 支柱本数による胡椒作付面積,

LE: 雇用労働時間合計

Bタイプ(ブラジル)の中規模胡椒生産者にとっては、BP 胡椒支柱本数と LE 雇用労働時間にそれぞれ0.592, 0.468の割合で生産量に寄与していることが判った。Bタイプ(ブラジル)の中規模層では面積増加と雇用労働が生産性に影響しているとの結論である。Bタイプ(ブラジル)では世帯主は経営に専念するため生産には関与しないので雇用労働のみの寄与となったと考えられる。

#### ③経営規模別平年作収量の差異

500a未満と500a以上の支柱一本当たり胡椒平年作収量の動向は、胡椒平年作は0.82kgから0.88kgへ増加している。また農業機械は4.69US\$から1.69US\$へ減少している。また化学肥料投入費は0.51US\$から0.46US\$へ漸減しており、労働時間は0.81時間から、0.24へ減少している。これらは概ね雇用労働によるものである。また胡椒経済年数(耐用年数)は6.69年から6.50年と大きな変化はない。(表1)

これにより経営規模別の寄与率の差異の要因として、農業機械と雇用労働時間が関与しているものと考えられる。

表 1 経営規模別支柱一本当たり平年作収量の差異

	500a 未満	500a 以上
胡椒平年作(kg)	0.82	0.88
農業機械取得価格合計(US\$)	4.69	1.69
化学肥料(購入)投入費(US\$)	0.51	0.46
労働時間合計	0.81	0.24
家族労働時間	0.00	0.00
雇用労働時間	1.32	0.94
胡椒経済年数(耐用年数)	0.00	0.00

支柱一本当たり

#### 2 Bタイプ(ブラジル)持続可能性と栽培技術

Bタイプ(ブラジル)の胡椒生産農業の持続可能性と栽培技術の関係を見るために重回帰分析をおこなった。持続可能性を示す指標には、通常単年度での生産量の変化を使用するが、胡椒の場合病気による生産量の変化が1年でゼロ回帰する程大きく、生産量の変化では持続可能性を把握出来ないことから、S 胡椒経済年数(耐用年数)を使用した。また栽培技術を示す指

標には生産関数に使用した項目に加え、栽培技術分析の結果から持続可能性に關与する可能性が高いと考えられるものから、①病害防除を目的とした土壌検査および苗検査（回数／支柱本）、②複合生産（混合作付）（他作目割合）、③畦間隔（cm）、④家族労働による丁寧な労働（家族労働時間）、⑤肥培管理の重点化（定植・収穫労働を除く労働時間／年）、⑥間接施肥（表土、溝への施肥の有無）、⑦手作業による除草（有無）、⑧日除けの作成（有無）、⑨有機質肥料の多用（厩肥 kg/10a）、の9つの項目を使用した。

数式 4 Bタイプ（ブラジル）持続可能性に対する重回帰分析結果

$$S = 1.534 \cdot LE^{-0.276} \cdot O^{0.369}$$

\*S：胡椒経済年数（耐用年数） LE：雇用労働時間  
O：有機質肥料投入費

重回帰分析の結果、胡椒木の持続性を示す胡椒経済年数（耐用年数）に寄与する項目は労働項目である雇用労働時間が $-0.276$ 、資本項目である有機質肥料投入（kg/10a）が $0.369$ であった。Bタイプ（ブラジル）の胡椒生産農業の持続性を高める要素として有機質肥料の有効性が指摘できる。

数式 5 Bタイプ（ブラジル）生産関数に有機質肥料の投入を含んだ計算式

$$Q = 0.032BP^{0.529} \cdot KC^{-0.067} \cdot LE^{0.024} \cdot O^{0.495}$$

\*Q：平年作収量 BP：支柱本数による胡椒作付面積  
KC：購入化学肥料費

LE：雇用労働時間 O：有機質肥料投入費

数式5は数式4において有機質肥料投入費が胡椒経済年数を長ずる影響をもつとの結果を受けて通常の生産関数の項目である土地、資本、労働を示す各項目に加えて有機質肥料投入費を加えたものである。結果は支柱本数による胡椒作付面積の寄与が $0.529$ であり、さらに有機質肥料投入費が $0.495$ を示した。ここでも有機質肥料は生産量に高い割合で寄与していることが判った。

### 3 まとめ

Bタイプ（ブラジル）の生産関数分析からは以下のことが推定できる（参考値）。①胡椒作付面積が生産量に寄与している。生産規模別の分析からは5ha以下の小規模層では①胡椒経済年数、②農機具費が生産量に寄与している。5ha以上の中規模層では①胡椒作付面

積と②雇用労働時間が寄与していることが判った。また胡椒の経済年数を長ずる要因としては、①有機質肥料が寄与していること。②有機質肥料の投入は生産量の増加にも寄与していることが判った。

## 三 Cタイプ（タイ）胡椒生産の可能性（生産関数分析）

### 1 Cタイプ（タイ）の重回帰分析

#### (1) 相関係数

タイにおける調査は102戸の胡椒農家に対して、生産技術および農家経済の収支と指標を示す質問を1戸あたり1,600の項目について行った。以下に記すのはその相関分析を行った結果である。データは誤差の幅が著しかったことから、対数変換することによって標準化したうえで相関を求めた。（表2）

$0.7^{**}$ 以上の相関関係を示すデータは14項目あったが、その中から有意なものを抽出すると、①雇用労働者男女合計と雇用労働者女性の相関係数が $0.720$ であることから、タイ胡椒農家における雇用労働は比較的に女性を中心とした雇用労働であるといえる。②普通畑面積合計と、圃場面積合計の相関係数が $0.823$ であったことから、圃場全体に占める普通畑の割合が高く、相対的にその他の水田、森林、住宅地、池、沼、牧草地は少ないことが分かる。③胡椒収量は、胡椒支柱一本当たり収量との間で $0.706$ の相関係数を持ち、また胡椒樹一本当たり収量との間で $0.730$ の相関関係を持つ。また農家ごとに胡椒単価が違ったが農業粗収益（胡椒のみ）との間には $0.788$ の相関関係が認められた。④次に支柱数と胡椒樹数との相関関係が $0.731$ となったことは、タイ胡椒農家が、非常に高い割合で新植時に添え木一本当たりに対して2本の種苗を植樹している実態が伺われる。⑤胡椒樹一本当たり収量と1996年収量合計との相関係数が $0.712$ であったことは以下の仮説が考えられる。一本当たりの胡椒実が多く成っている農家の収量が高いということであり、通常単位当たり収量を左右する原因としての、労働、資本、土地を差し置いてこうした結果が出たということは、技術的に優れた生産者の収量が多いという結論を示している。即ち技術効率と収量の高相関が考えられる。⑥胡椒平年作と胡椒実収量の相関関係は $0.912$ である。このことは調査時点での収量の調査胡椒生産状況の平均的状況を表しているといえる。⑦物材費と殺虫剤との相関係数は $0.751$ であった。胡椒生産費から物材費を単価の高い順に抽出すると、添え木、殺虫剤を含む化学薬品、石化燃料肥料、有機質肥料、等である。熱帯地方特有の

病害、ウイルス、害虫等の被害に対する対策の強化の状況が伺われる。

表 2 Cタイプ(タイ) 相関分析の結果

①	雇用労働者男女合計—雇用労働者女性	0.720
②	普通畑面積合計—圃場面積合計	0.823
③	胡椒収量—胡椒支柱一本当り収量	0.706
④	胡椒収量—胡椒樹一本当り収量	0.730
⑤	胡椒収量—農業粗収益	0.788
⑥	支柱数—胡椒樹数	0.731
⑦	胡椒樹一本当り収量—1996年収量合計	0.712
⑧	胡椒平年作—胡椒実収量	0.912
⑨	物材費—殺虫剤費	0.751

一般的に農業の相関関係を見ると、生産量の規定要因として、資本、労働、土地の各要素が重要な位置をしめるが、ここではこの農業生産の三範疇を含む相関関係が希薄な点が指摘できる。このことは第1に、与えられた胡椒生産の前近代的生産形態（即ち粗放的農業形態）が考えられる。資本的要素、労働的要素、土地的要素が明確に生産量に結びつかない何らかの要因の一つとして考えられる。また第2に、熱帯地方の農業生産物の特徴として、植物胡椒が病害に弱くまた手間のかかる農産物であるため、細かな肥培管理をしないことが生産減をもたらすことになり、そのことが生産量とその他の3範疇との結びつきを阻害している可能性がある。

また胡椒は非常に高い換金性を持ち、さらに投機的色彩が強いことが安易に農業経営者を胡椒生産に引き付けるが、病虫害に弱く手間のかかる農産物であるので、明確な技術をベースにしないと、資本や労働を投入しても優良な結果が得られない可能性を示唆している。

## 2 Cタイプ(タイ)の生産関数分析

生産関数分析によって、タイの胡椒生産における①生産量と投入量の技術的關係、②規模に関する弾力性を考察する。

### (1) データの種類

データは調査表1,600の項目から生産技術、栽培技術を計る上で重要と思われるもの、および産出量に関する主成分分析上有意なものから、産出量、資本、労働、経常材、土地に関するもの、さらに持続的胡椒生産、労働の質、生産技術の熟達度合いに関するものを合計54項目選択した。その結果、生産関数分析を行う

上の基本項目を、産出量  $Q$ 、資本投入量  $M$ 、労働  $K$ 、経常材  $K$ 、土地  $B$  とし、さらに細目として  $B$  タイプ(ブラジル)と同様のデータを算入した。

### (2) データ処理

タイの胡椒経営に関する抽出データには大きなバラツキが見られたので、分析にあたり以下の2点の処理を行った。

(1) 全てのデータは調査データの実数値と、調査データを平均値を50として偏差値に変換したものの2種類で分析し、回帰式係数の高い方を採用した。偏差値への変換の目的は、粗放的経営が原因と見られる経営および生産データのバラツキを集約化するためである。

(2) 調査農家数は合計で102件であったが、第1に欠損データの多い6件を削除した。次に生産量との関わりで著しくその相関を逸脱するものを10件を削除した。この理由は以下の4点である。①生産量に比して著しく高い経常材投入が見られる場合、すなわち多肥栽培を行っていると考えられる例は、実際には多肥栽培が行われているのではなく病害または転作等の原因による一時的生産量減少が原因であり、他と同レベルで比較すべきではないと判断した。②施肥量に対して著しく生産量が多い場合は、生産量として生胡椒(水分を含んだ状態)重量を計上していたことが分かった。③生産量に比較して著しく土地面積の大きい場合は自然木支柱を利用した栽培であった。自然木支柱は支柱自身の育成が必要となることから概して単位当たりの収量が低く、コンクリート支柱や堅木支柱と同レベルで比較すべきでないとして判断した。④雇用労働時間に対して生産量の低いグループは、他の果樹作物(ドリアン)労働との未分離であることが分かった。

### (3) Cタイプ(タイ)胡椒の生産関数

タイ胡椒産出量偏差値データの自然対数変換値に対する回帰推定の結果は1%の有意差で以下の式となった。

数式 6 Cタイプ(タイ)の生産関数

$$Q=0.248BP^{0.420} \cdot KC^{0.342} \cdot LE^{0.091}$$

\*Q:平年作収量 BP:支柱本数による胡椒作付面積  
KC:購入化学肥料投入費 LE:雇用労働時間

産出量  $Q$  に相当するデータは胡椒平年作である。資本投入量には他に農機具費用を項目として上げたが寄

与率が低く式から欠落した。また労働Lには雇用労働時間LE(常雇い, 臨時雇い合計)が0.091, 経常材Kには化学肥料投入費KCが0.342, 土地Bには支柱から算出した胡椒作付面積BPが0.420でありそれぞれ有意差をもって式に入った。

#### (4) 生産関数分析結果の考察

コブ・ダグラス(Cobb Douglas)型生産関数式から以下の考察ができる。

① コブ・ダグラス(Cobb Douglas)型の指数の和は0.85である。指数の和が1以上である場合は規模に対して収穫増であることから、チャントブリにおける全規模層の胡椒農家に規模の経済性の存在は認められない。

② 寄与率の高い順序は(1)土地, (2)経常財, (3)労働の順序でありタイの胡椒生産は比較的集約的生産であるといえる。

タイの胡椒作付け面積の平均は6rai (0.96ha), 最大86rai (13.76ha) 最小1rai (0.16ha) である。ブラジルの平均27ha, 最大200ha, 最小2haと比較すると規模的に小さいので、生産性に対して鋭敏な影響を示している。胡椒生産では土地選定において面積以外に、病害防除や水資源の確保が求められ、そのためには傾斜地であることや地下水または川の近隣であること等の質的条件が不可欠である。したがってこうした質的条件を合わせるにより寄与率はさらに高まるものと考えられる。

③ 第2に寄与率が高いのは経常財である。経常材の寄与率を高めたのは化学肥料の投入費用である。ただしこの推定は、タイの胡椒生産者のうち、病虫害や気象障害の影響を受ける生産者、および胡椒価格低迷による経営者意思による転作や混合作付をする生産者を除いた、比較的安定的に胡椒生産を行う生産者グループについてのものである。したがってチャントブリの平均的胡椒生産者の生産性は化学肥料投入に最も影響を受けるといえることができる。資本に関する項目には購入化学肥料投入費のみが関数式に入った。

他の経常財が入らなかつた理由は、第1にタイでは賃借料が見られないことがあげられる。生産者間、また生産者と地方自治体間でも賃借料は見られず、調査地チャントブリにおける経営費平均における賃借料平均の割合は0%である。このことは未開発地域を多く有し潜在的生産可能面積が大きく、地価が低いことに起因する賃貸借契約概念の未発達または土地所有区分や売買に対する評価の低さが要因として考えられる。

第2に胡椒生産に利用される農業機械費用の低さが上げられる。調査時点での購入機械費用の割合は0%である。過去10年間の購入機械費合計の一生産者当たりの平均値は396,092bahts(US\$106,362)であり、1996年1年間の生産費合計の平均値243,467 bahts(US\$65,378)の162%程度である。またその多くは1980年代後半の胡椒価格高騰期に集中して設備投資されたものであり、以降の機械費用は僅少である。農業機械の項目としてはトラック、噴霧器、選別箒、水洗い機(木製)であり、いずれも中小型または自作が多い。

④ 資本に相当する農業機械や賃借料が生産性に寄与しないことから労働の高寄与率が予測されたが、0.092と低い値となった。これは通いまたは住み込みにて1年を通して雇用される常雇いと、チャントブリ近郊またはタイ東北部地域から移動し、収穫、結束、薬剤散布、運搬、新植時の支柱設置に限定した短期間集中的作業を行う臨時雇いの作業時間数の合計である。調査地域における一生産者当たりの平均家族労働者は3人、平均家族労働時間は662時間(／年)である。これに対して平均雇用労働者は4人、平均雇用労働時間数は542時間(／年)である。労働者一人当たりの依存度から見ると、家族労働は一人当たり221時間(／年)、雇用労働は一人当たり136時間(／年)であり、時間数から単純に見ると家族労働に依存した労働形態である。しかし生産関数式には前述の通り雇用労働のみが計上されており、このことから以下の考察が出来る。

- ・一人当たりの年間労働時間は家族労働が雇用労働よりも多いが、共に年間200時間前後と労働時間としては少なく、時間数からは著しい差とは認められない。

- ・生産関数分析からは指数的には低いものの、雇用労働時間は生産性に貢献する項目であることがわかる。

- ・雇用労働は①常雇い(賃金／週)と、②臨時雇い(歩合給/kg)である。一生産者における常雇いと臨時雇いの割合はほぼ同数である。常雇いは農業労働のみならず、他作物の生産、運転を含めた生産全般、家事、雑事等、家族労働に近い雇用形態が多く、胡椒生産のみを分離した労働を捉えることは困難である。また臨時雇いは上述した特別な時期の雇用であり、特殊な生産技術やライセンスを持つ場合を除き完全歩合給である。雇用時に労働者の出身、性別、能力、人数、能率、性格等を考慮することは無く、収穫期に情報を聞きつけた労働者が自然発生的に圃場に参集し、収穫籠と手摘みの方法を教えられ収穫量に応じて歩合をもらうと

いう慣習的作業形態である。

したがって臨時労働については、あらかじめ労働量に限界があり労働の質的差異が無いことから生産性への寄与は低く常雇いの労働に依存している。しかし家族労働に近い雇用形態であることから胡椒労働を分離して捉えることが難しく、そのことが雇用労働の数値を低めていると考えられる。

⑤ 最後にこの分析は、価格低落期に胡椒生産者が最も消極的である時期のデータを使ったものであり、価格高騰期に経営的に余裕を持った生産者が持続的生産に取り組む場合には別の結果が発現されることも予測される。

(5) Cタイプ(タイ) 家族労働を考慮した生産関数

上記式の労働Lは雇用労働(LE)のみであったので、家族労働(LF)を加えた推計結果を以下に示す。

数式 7 Cタイプ(タイ) 労働に家族労働を含む生産関数

$$Q=0.320BP^{0.464} \cdot KC^{0.358} \cdot LT^{-0.011}$$

\*Q: 平年作収量 BP: 支柱本数による胡椒作付面積

KC: 購入化学肥料投入費、

LT: 労働時間(家族労働+雇用労働)

計算の結果、胡椒作付面積(土地)の寄与率は0.464、購入化学肥料投入費(資本)は0.358となった。このことは前述の数式6による生産関数の結果と同じである。しかし家族労働と雇用労働からなる労働時間は-0.011とゼロ値に近い値を示した。したがって労働全体の生産費に対する寄与は少ないとの結果になった。

数式 8 Cタイプ(タイ) 労働を家族労働のみとした生産関数

$$Q=0.380BP^{0.458} \cdot KC^{0.364} \cdot LF^{-0.052}$$

\*Q: 平年作収量 BP: 支柱本数による胡椒作付面積

KC: 購入化学肥料投入費、LF: 家族労働時間

これも同様に低い結果である。ここから調査データにおけるCタイプ(タイ)の胡椒生産への家族労働の寄与はないことが分かった。

単純相関では、雇用労働と家族労働の合計値(LT)と、家族労働(LF)との相関係数は0.8。雇用労働(LE)とは0.6である。したがって合計値(LT)を中心にした相関相関関係は明らかだが、生産関数式上は雇用労働とのみ高い相関を示しているため、雇用労働から見た場合、合計値、家族労働の順序で次第に関係が希薄になっていると考えられる。その結果は、家族労働(L

F)と雇用労働(LE)の相関係数0.1に表れている。

この理由を考察すると、家族労働の胡椒生産への寄与にバラツキが多くそのことが生産関数の指数を低くしているものと推察できる。家族労働時間の平均は631時間、最大値4320時間、最小値0、中位点244時間だが、標準偏差値は901時間である。このバラツキの大きさが寄与率の低さに影響していると考えられる。

またこのバラツキの原因を生産現場の状況から考察すると、①雇用労働は定植期、収穫期に限定された明確な雇用機会があるものの、家族が胡椒生産に携わる時期は一定していない。また②世帯主年齢の幅(平均値50才、最大87最小29、標準偏差値14)、胡椒との関わり(胡椒農業経験: 平均16年、最大50最小2、標準偏差11)等のバラツキが、家族労働の生産への相関の薄さとなっていると考えられる。

### 3 Cタイプ(タイ) 経営規模別生産関数

生産関数指数の合計値から規模の経済性が認められたことを受けて規模別に生産関数分析を行った結果が以下である。この結果は規模拡大を目的とした近代的胡椒生産を実現するという意味において有効である。

基本とした規模の分類は胡椒作付面積を30a未満、30-100a、100a以上に3分割した。各グループ内の項目はタイ全体分析において主成分分析によってその代表となりうる項目として抽出した10の項目を対象とした。重回帰分析を行う上での判定数値は特異なもののみを記載した。

(1) Cタイプ(タイ) 30a未満の生産関数

はじめには作付面積30a未満、12戸の農家の生産関数の結果である。指数の判定についてはLT、KCは1%有意、Mは0.5%有意である。

数式 9 Cタイプ(タイ) 規模30a未満の生産関数

$$Q=LT^{0.876} \cdot KC^{-0.642} \cdot M^{0.412}$$

\*Q: 平年作収量、

LT: 労働時間合計(雇用労働+家族労働)、

KC: 購入化学肥料投入費、M: 農機具費用

\*標準偏回帰係数による生産関数

タイの30a未満という小規模な生産者集団は、胡椒作付け面積の平均が21.46aであり、胡椒平年作の平均が472kg、世帯主の農業経験年数の平均は10年、胡椒の支柱本数の平均は274本、農業機械の取得価格の平均額は230,238bahts(9,157US\$)、化学肥料の購入費は4,354bahts(173US\$)、労働時間は年間691時間、

内家族労働時間は535時間、雇用労働時間は156時間、胡椒の経済年数を17年と位置付けている。

LT (労働時間) が0.876という結果となったことから、30a 未満の胡椒生産では家族労働時間と雇用労働時間の合計が生産量に寄与していると言える。胡椒生産者全体の分析においては雇用労働のみが寄与するという結果であったが、規模が小さいほど胡椒生産における家族労働の寄与が大きいことが判った。

KC (化学肥料投入費用) が-0.642という指数となった。一般的に化学肥料の投入がマイナスの指数をもって検出されることは考えにくい。この集団の化学肥料の投入費用の平均が4,354bahts であり支柱一本当たり換算すると63US\$の化学肥料の投入と投入費用額では上位に位置する。したがってデータのバラツキが化学肥料費用と産出量との関係を無意味化した可能性がある。

M 農業機械取得価格の指数が0.412となった。小規模な胡椒生産集団でも農業機械、特にトラックおよびトラクターの寄与が認められる。

#### (2) C タイプ (タイ) 30-100a の生産関数

次は胡椒作付け面積30a~100a の集団での分析結果である。この集団は最もバリエーションが多く生産関数分析結果の指数も低いことから数式の記述に留めた。

数式 10 C タイプ (タイ) 規模30~100a の生産関数

$$Q = BP^{0.306} \cdot S^{-0.193}$$

\*Q: 平年作収量, BP: 胡椒作付面積, S: 胡椒経済年数

\*標準偏回帰係数による生産関数

この集団の作付面積の平均は60a, 胡椒平年作の平均収量は1,232kg, 世帯主の平均故障農業経験年数は15.19, 胡椒支柱数の平均は766本, 農業機械取得価格の平均は381,838bahts (15,186US\$), 化学肥料の購入費は6,528bahts (259US\$), したがって支柱一本当たり投入費用は34US\$ 労働時間平均は年間1,066時間, 内訳は家族労働が668時間, 雇用労働時間が397時間, 胡椒の経済年数を17.43年としている。

#### (3) C タイプ (タイ) 100a 以上の生産関数

タイ100a 以上の作付規模を持つ農家の生産関数分析の結果は以下のとおりである。

数式 11 C タイプ (タイ) 規模100a 以上の生産関数

$$Q = KC^{0.729} \cdot M^{0.298} \cdot LF^{-0.203}$$

\*Q: 平年作収量, KC: 購入化学肥料投入費,

M: 農機具費, LF: 家族労働時間

\*標準偏回帰係数による生産関数

1ha 以上というアジアでは比較的大規模な生産者からなる生産者集団は、胡椒作付け面積の平均が179a であり、胡椒平年作の平均が2,693kg, 世帯主の農業経験年数の平均は16年, 胡椒の支柱本数の平均は2,282本, 農業機械の取得価格の平均額は543,728bahts (21,625US\$), 化学肥料の購入費は16,899bahts (672US\$), 労働時間は年間1,366時間, 内家族労働時間は652時間, 雇用労働時間は713時間, 胡椒の経済年数を20年と位置付けている。

ここではKC (化学肥料購入費) による寄与が0.729と高い値を示している (有意差1%)。またM (農業機械取得価格) も0.298と数値は低いものの寄与を示している (有意差5%)。また大規模では家族労働時間がマイナスに寄与しており-0.203という値である。

#### (4) 規模別支柱一本当たり収量の差異

30a 未満, 30~100a, 100a 以上の規模別による支柱一本当たりの変化で見ると (表3), 平年作収量は1.73kg から1.18kg へと規模拡大が計られるほど下がる傾向に有る。タイでは規模拡大されるほど一本当たりの収量が低減している。

農業機械取得価格は33.45US\$から9.47US\$へと下がっており, また化学肥料の投入費も63\$から29\$へ下がっている。また労働時間も2.52時間から0.60時間へと下がっており, 家族労働時間と雇用労働時間も同様の動きを見せている。通常こうした数値の示すところは規模のメリットだが, 胡椒平年作収量の低下はこうしたメリットを否定しており, 小規模生産を特徴とするタイの胡椒生産の特徴 (家族労働による肥培管理のを特徴とする) によるものと考えられる。

表3 規模別支柱一本当たり収量の変化

	30a 未満	30a-100a	100a 以上
胡椒平年作(kg)	1.73	1.61	1.18
農業機械取得価格合計(US\$)	33.45	19.81	9.47
化学肥料(購入)投入費(US\$)	0.63	0.34	0.29
労働時間合計	2.52	1.39	0.60
家族労働時間	1.95	0.87	0.29
雇用労働時間	0.57	0.52	0.31
胡椒経済年数(耐用年数)	0.06	0.02	0.01

支柱一本当たり



#### 4 Cタイプ(タイ) 持続可能性と栽培技術

Cタイプ(タイ)の胡椒生産農業の持続可能性と栽培技術の関係を見るために重回帰分析をおこなった。持続可能性を示す指標には通常単年度での生産量の変化を使用するが、胡椒の場合、病気による生産量の変化が1年でゼロに帰する程大きく、生産費の変化では持続可能性を把握できないことから、S胡椒経済年数(耐用年数)を使用した。また生産関数に使用した土地、資本、労働に関する各項目に加え、栽培技術を示す指標には、栽培技術分析の結果から持続可能性に關与する可能性が高いと考えられるものから、①病害防除を目的とした土壌検査および苗検査(回数/支柱本)、②複合生産(混植)(他作目割合)、③畦間隔(cm)、④家族労働による丁寧な労働(家族労働時間)、⑤肥培管理の重点化(定植・収穫労働を除く労働時間/年)、⑥間接施肥(表土、溝への施肥の有無)、⑦手作業による除草(有無)、⑧日除けの作成(有無)、⑨有機質肥料の使用(厩肥kg/10a)、の9つの項目を使用した。数式12 Cタイプ(タイ) 持続可能性に対する重回帰分析結果

$$S=0.623 \cdot LE^{-0.044} \cdot O^{0.675}$$

\*S: 胡椒経済年数(耐用年数) LE: 雇用労働時間  
O: 有機質肥料投入費

重回帰分析の結果、胡椒木の持続性を示す経済年数(耐用年数)に寄与する項目は雇用労働時間が-0.044、有機質肥料投入費が0.675であった。有機質肥料費が示すものは厩肥である。Cタイプ胡椒農業の持続性を高める要素として厩肥の施肥が貢献していることが判った。

また指数(寄与率)の合計値が1を下回ったことから、厩肥投入による持続性向上の効果は逡減すると考えられる。

#### 5 まとめ

Cタイプ(タイ)の生産関数分析の結論は以下に集約される。

全体の分析からは、①産出量に対する土地(胡椒作付面積)と資本(購入化学肥料費)の寄与が高い。②労働寄与率が低い。③規模の経済性がない。④労働における家族労働の関与はバラツキが大きく寄与率が低い。

経営規模別の分析からは、①労働時間の産出量に対する寄与率は、規模が小さいほど大きい。②小規模グ

ループ(30a未満)ではデータにバラツキが大きく化学肥料投入費が産出量にマイナスに寄与する。③大規模グループ100a以上では化学肥料投入費の産出量に対する寄与率が高い。④規模の大きなグループほど単位当たり産出量が減少する。

また重回帰分析により持続可能性を高める要素として有機質肥料(厩肥)が寄与することが判った。

## 第2部 線形計画法による胡椒生産モデル

### 一 B・Cタイプの複合経営

経営経済的分析では、多作物による複合経営(混合作付)がB・Cタイプ胡椒生産の収益性を高めており、収益性は持続可能性を高める因子であるので、複合経営(混合作付)は持続可能性を高めるとの結果を得た。この章ではこの結果を受けて、線形計画法(LP)により複合経営の優位性の存在を検証する。さらに同分析により各生産者が限られた資源や資材を効率良く使い、作付け可能な作目をどのように組み合わせれば最大の収益が上げられるかを模索する。

分析対象は、栽培技術分析および経営経済的分析から得られた結論から、B・Cタイプの平均的数値を有し各々のタイプを代表すると考えられる生産者を各々一戸抽出した。

#### 1 BタイプK生産者の経営概況

ブラジルイガラッペアスのBタイプK生産者の経営耕地面積は300(10a)である。世帯主は55才。30年の胡椒生産経験を持つ。世帯主はブラジルの経営慣例に習い農場経営に専念しており直接胡椒生産に携わることはない。したがって労働力は100%雇用労働力によって賄われている。常雇い雇用労働者は3名。内2名は就労2年以上であることから労働能力係数を1とし、他の1名は就労1年未満であることから労働能力を0.8とした。したがって能力換算の合計は2.8である。世帯主は収穫期にのみ臨時雇用労働者を雇用するが人数を考慮しない賃金歩合制であるため雇用労働者数は確定しない。

作付状況および収益を見ると、黒胡椒は20(10a)作付されこれによる収益はUS\$換算で8,000US\$である。同様にデング(Oil Palm Tree)は170(10a)で11,000US\$, ライム(Lemon)は50(10a)で10,590US\$, パッションフルーツ(Passion Fruit)は20(10a)で1,400US\$である。作付面積合計260(10a)からの収益合計は30,990US\$である。(表4)

表 4 BタイプK生産者の経営概況

経営耕地		260(10a)	
労働力	世帯主	55才	農業専従(能力換算0)
	妻	54才	農外労働専従(能力換算0)
	労働者 A	35才	農業専従(能力換算1.0)
	労働者 B	30才	農業専従(能力換算1.0)
	労働者 C	28才	農業専従(能力換算0.8)
能力換算合計2.8			
作目別・作付実績と収益			
	黒胡椒	20 (10a)	8,000 US\$
	デンデ	170 (10a)	11,000 US\$
	ライム	50 (10a)	10,590 US\$
	パッションフルーツ	20 (10a)	1,400 US\$
	合計	260 (10a)	30,990 US\$

Bタイプの計画条件を整理する(表5)。労働力の投入は黒胡椒生産に偏っており、特に収穫期の9月に労働力利用のピークがある。この収穫労働は100%雇用労働である。それ以外の労働では2月の定植期、1月～5月の雨期に行われる肥培管理(施肥、除草、薬剤散布)が主である。

デンデにおける労働状況を見ると、デンデは永年作物であることから一律の定植時期を持たず、さらに比較的病虫害に強く肥培管理を要しないため労働力投入のウェイトが低い。したがって主な投入労働力は収穫労働のみである。

ライムは胡椒の収益性悪化の長期化を受けて新しく作付された作目である。K農場では病害による胡椒木死滅後の胡椒畑に作付している。胡椒から他の果樹作物への転作という動向はBタイプの全体の動きである。収穫時期は8月であり労働力の投入もこの時期に集中

する。また果樹作物パッションフルーツの導入事情も同じである。パッションフルーツも収穫時期の7月に労働力投入が集中する。パッションフルーツは胡椒支柱間にロープを張ってそのロープに蔦を這わせて栽培する。病虫害に弱く収穫労働以外に年間を通じた肥培管理が必要とされる。

Bタイプの目的関数および利益関数を算出すると、黒胡椒は10a当たり生産量は100kgであり販売単価4US\$/kgであるので販売粗収益は400US\$/10aである。ここから費用(流動費)66.54US\$/10aを引き利益係数は333.46US\$/10aである。粗収益に占める利益係数の割合は83%である。

デンデの10a当たり生産量1,294kgであり抽出される油量による販売単価は0.05US\$/kg。販売粗収益は64.7US\$/10a。費用合計が4.43US\$/10aと低く、利益係数は60.27US\$/10aである。粗収益に占める利益係数の割合は93%である。

ライムは10a当たり生産量706kgであり販売単価が0.3US\$/kgである。販売粗収益は211.8US\$/10a。費用合計は15.53US\$/10aであり利益係数は196.27US\$/10aである。粗収益に占める利益係数の割合は93%である。

またパッションフルーツは10a当たり生産量350kg、販売単価0.2US\$/kg、販売粗収益は70US\$である。ここから費用合計22.18US\$/10aを引くと利益係数は47.82US\$/10aであり割合は68%である。(表6)

9月の胡椒収穫期を除く制約量の計算は能力換算の合計を2.8としてブラジルの雇用慣習を考慮し、さらに雨期の労働時間・日数を調整して作成した。したがって8ヶ月の労働制約量は下限392時間、上限582時間、平均で471時間である。また胡椒収穫期の7～10月の4ヶ月間は臨時雇用労働(賃金歩合制)を雇用するの

表 5 Bタイプ計画条件の整理

月旬 作目	1月R	2月R	3月R	4月R	5月R	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月R
	黒胡椒	～<*	△	～<*	～<*	～<*	～<*	—	—	□=□	—	—育苗、 定植準備
デンデ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	□=□	—	—
ライム	～<*	～<*	～<*	～<*	～<*	～<*	—	□=□	—	—	—	—
パッションフルーツ	～<*	～<*	～<*	～<*	～<*	～<*	□=□	—	—	—	—	○

○：播種，△：定植，—：作期，□：収穫調整，=：収穫作業，～：施肥，<：除草，\*：薬剤散布，—その他の作業，R：雨期

で、雇用労働者数は常雇い労働者と合計して13名とし能力換算を12.8とした。したがって制約量は2,662～2,764である。(表7)

表 6 Bタイプ目的関数および利益係数の計算

項目	作目	黒胡椒	デンデ	ライム	パッションフルーツ
生産量(kg)		100	1294	706	350
販売単価		4	0.05	0.3	0.2
販売粗収入		400	64.7	211.8	70
雇用労働費		33.91	2.26	7.91	11.30
苗木費		2.35	0.16	0.55	0.79
肥料費		16.01	1.07	3.74	5.34
農薬費		2.97	0.20	0.69	0.99
燃料費		8.48	0.56	1.98	2.83
諸材料費		0.00	0.00	0.00	0.00
支払い料金		2.83	0.19	0.66	0.94
その他		0.00	0.00	0.00	0.00
費用合計		66.54	4.43	15.53	22.18
利益係数		333.46	60.27	196.27	47.82

単位：US\$/10a

表 7 Bタイプ制約量の設定

項目	制約量	摘要
土地	20(10a)	(人×時間×日数)
1月労働	392	2.8 7 20
2月労働	392	2.8 7 20
3月労働	431	2.8 7 22
4月労働	451	2.8 7 23
5月労働	470	2.8 7 24
6月労働	582	2.8 8 26
7月労働	2,764	12.8 8 27
8月労働	2,764	12.8 8 27
9月労働	2,662	12.8 8 26
10月労働	2,764	12.8 8 27
11月労働	582	2.8 8 26
12月労働	470	2.8 7 24

※収穫時の雇用労働者数は10人

これらの条件を基に B タイプのプロセスを黒胡椒、デンデ、ライム、パッションフルーツの4作目とした。

## 2 CタイプR生産者の経営概況

タイ チャンタブリ タンボン カーオバイシー在住の C タイプ R 生産者の経営耕地面積は80(10a)である。

世帯主は60才であり主に35才の長男家族が胡椒生産に携わっている。世帯主の能力換算は0.8、長男および雇用労働者2名の能力換算を各々1とした。したがって能力換算の合計は3.8である。雇用労働者は一年を通じて常駐するが主に収穫労働による賃金労働者である。

作付状況および収益を見ると、黒胡椒は3.2(10a)作付され収益は4,057US\$である。またドリアンの作付面積は44.8(10a)で29,829US\$, ランブータンは5.6(10a)の作付面積で1,989US\$の収益を生んでいる。総作付面積53.6(10a)からの収益合計は35,875US\$である。(表8)

表 8 CタイプR生産者の経営概況

経営耕地		80(10a)	
労働力	世帯主	60才	農業専従(能力換算0.8)
	長男	35才	農業労働専従(能力換算1.0)
	労働者 A	n	農業専従(能力換算1.0)
	労働者 B	n	農業専従(能力換算1.0)
能力合計3.8			
作目別・作付実績と収益			
	黒胡椒	3.2 (10a)	4,057 US\$
	ドリアン	44.8 (10a)	29,829 US\$
	ランブータン	5.6 (10a)	1,989 US\$
	合計	53.6 (10a)	35,875 US\$

C タイプ R 生産者の計画条件を整理すると、労働は家族労働と雇用労働によって行われるが、主たる労働は家族労働であり雇用労働者は必要時のみ(主として収穫期)に賃金歩合制により雇用される。

単位当たり(10a 当たり)労働力の投入は B タイプと同じく黒胡椒生産に偏っている。労働のピークは収穫期の1・2月に集中している。R 生産者の定植は年間を通して行われるため定植期の労働集中はない。さらに肥培管理作業(施肥、除草、薬剤散布)は家族労働による通年労働と雇用労働によるスポット(短期集中)労働に分けられる。スポット労働は1～6月の乾期に行われる。

ドリアンの播種は6月、収穫時期は4月である。1月には摘花が行われる。ドリアンは病害に強く成長力が強いいため肥培管理に労働を要しない。ランブータンは3月に収穫される。乾期の灌水、肥培管理が雇用労働によりスポットで行われる。(表9)

表 9 Cタイプ計画条件の整理

月旬 作目	1月	2月	3月	4月	5月	6月 R	7月 R	8月 R	9月 R	10月 R	11月 R	12月
黒胡椒	□=__灌水	=□	~	<	~	__樹木清掃	*	-	-	-	__灌水	__灌水
ドリアン	__摘花	-	-	□=□	-	○	-	-	-	-	-	-
ランブータン	~	__灌水	□=□	<	~	*	-	-	-	-	-	-

○：播種，△：定植，-：作期，□：収穫調整，=：収穫作業，~：施肥，<：除草，\*：薬剤散布，\_\_その他の作業，R：雨期

Cタイプの目的関数および利益関数を算出すると、黒胡椒は10a 当たり生産量313kg で販売単価 4 US\$/kg であるから販売粗収益は1,252US\$/10a である。費用（流動費）433.21US\$/10a を引き利益係数は818.79US\$/10a である。粗収益に占める利益係数の割合は65%である。

ドリানের10a 当たり生産量は669kg であり販売単価は 0.99US\$/kg である。販売粗収益は 662.31US\$/10a。費用合計が72.20US\$/10a であり利益係数は590.11US\$/10a である。粗収益に占める利益係数の割合は89%である。

ランブータンの10a 当たり生産量178kg であり販売単価が 1.99US\$/kg である。販売粗収益は 354.22US\$/10a である。費用合計は216.60US\$/10a であり利益係数は137.62US\$/10a である。粗収益に占める利益係数の割合は39%である。（表10）

表 10 Cタイプ目的関数および利益係数の計算

項目	作目 黒胡椒	ドリアン	ランブータン
生産量(kg)	313	669	178
販売単価	4	0.99	1.99
販売粗収入	1252	662.31	354.22
雇用労働費	211.57	35.26	105.78
苗木費	0.00	0.00	0.00
肥料費	134.33	22.39	67.16
農薬費	80.60	13.43	40.30
燃料費	0.00	0.00	0.00
諸材料費	0.00	0.00	0.00
支払い料金	6.72	1.12	3.36
その他	0.00	0.00	0.00
費用合計	433.21	72.20	216.60
利益係数	818.79	590.11	137.62

制約量の計算は能力換算合計を3.8とした。これは雇

用労働者は賃金労働者であるが年間を通じて労働力の確保が可能なのである。また雨期の労働時間、労働日数を減じた。以上から労働制約量は下限479時間、上限821時間、平均で653時間である。（表11）

またCタイプのプロセスは、黒胡椒、ドリアン、ランブータンの3プロセスとした。

表 11 Cタイプ制約量の設定

項目	制約量	摘要		
土地	3.2(10)a	(人×時間×日数)		
1月労働	821	3.8	8	27
2月労働	790	3.8	8	26
3月労働	821	3.8	8	27
4月労働	790	3.8	8	26
5月労働	821	3.8	8	27
6月労働	532	3.8	7	20
7月労働	479	3.8	7	18
8月労働	479	3.8	7	18
9月労働	479	3.8	7	18
10月労働	479	3.8	7	18
11月労働	532	3.8	7	20
12月労働	821	3.8	8	27

※収穫時の臨時雇用はおこなわない。

### 3 線形計画法によるB・Cタイプの最適解

これまでの条件をもとに単体表(初期解)を作成し、さらにB・C両タイプのプロセスを黒胡椒のみ(胡椒単作)と、黒胡椒、デンデ、ライム、パッションフルーツの4作目(複合経営)に分けて各々の最適解を求めた。

(1) Bタイプの複合経営(最適解)と胡椒単作経営(最適解)

Bタイプ複合経営の単体表(初期解)の技術係数(労働係数)は生産者の過去2年間の平均的労働状況から求めた。(表12)

黒胡椒は他の作物に比較して年間を通じて労働時間があるが、収穫労働時期の9月が50.0時間/10aと顕著に高く、次いで定植準備前の1月が4.0時間/10aである。

デンデは収穫期の10月の労働時間が5.1時間/10aとやや高く、ライムは収穫期の8月が32時間/10aと黒胡椒に次いで高い。パッションフルーツは7月の収穫時期が13.2時間である。

表 12 Bタイプ複合経営の単体表  
(初期解) 労働係数の単位；時間/10a

定数項	関係	1. 黒胡椒	2. デンデ	3. ライム	4. パッションフルーツ
利益係数		333.4586	60.26535	196.2679	47.8159
土地(10a)	260 ≥	1	1	1	1
1月労働(h)	392.0 ≥	4.0	0.0	2.4	0.6
2月労働(h)	392.0 ≥	2.0	0.0	0.9	0.4
3月労働(h)	431.2 ≥	2.0	0.1	1.1	0.5
4月労働(h)	450.8 ≥	2.0	0.1	1.1	0.3
5月労働(h)	470.4 ≥	4.0	0.0	1.2	0.3
6月労働(h)	582.4 ≥	2.0	0.0	1.2	0.4
7月労働(h)	2764.8 ≥	2.0	0.0	0.0	13.2
8月労働(h)	2764.8 ≥	2.0	0.0	32.0	1.0
9月労働(h)	2662.0 ≥	50.0	0.0	0.0	0.0
10月労働(h)	2764.8 ≥	1.0	5.1	0.0	0.0
11月労働(h)	582.4 ≥	1.0	0.0	1.2	0.7
12月労働(h)	470.4 ≥	1.0	0.0	1.7	2.2

労働係数の単位：時間/10a

Bタイプ複合経営(最適解)からは以下の点が考察できる(表13)。実績の目的値は30,990US\$であるが最適値は40,359.59US\$であり30%程度の収益増が見こまれる。したがって現状の作付計画や資源の利用状況には改善すべき余地があると考えられる。

プロセスの稼働水準(作付面積)を実績値と比較すると、黒胡椒は実績値が20(10a)であるが稼働水準が53.24(10a)、ライムは実績値が50(10a)であるが稼働水準が74.6(10a)とともに高稼働水準の可能性を示唆している。

土地は残量0(10a)であり土地1単位(10a)増加に伴う目的値(利益総額)の増加分は60.27US\$である。K生産者はさらに40(10a)の耕作可能地を有するがその多くは森林であるため樹木の伐採および整地が必要である。

7~10月の制約量は9月の胡椒収穫労働時と同等水準(労働者数13名)が可能であるとして解を求めたが、最適解からは9月労働は常雇いを除く臨時雇い10名では少ないと判断される。また1月の労働も足りないことを示している。K生産者は雇用慣習として山間地出身者から農業労働者を雇用するが、生産地は都市近郊にあり労働者確保の困難が推測される。労働力の制約資源が1単位増加した時の目的値(利益総額)は9月労働が0.930US\$/労働1時間、1月労働は56.67US\$/労働1時間である。また8月の労働は限界に近い。

パッションフルーツは胡椒に代わる作物として導入する生産者が多い作物だが、本分析からは費用の収支からはプラスが出ているものの労働投入のウェイトが高いため現状の価格水準では導入すべきではないと判断される。パッションフルーツ導入時の10a当たり潜在費用は46.45US\$である。

さらに最適解に影響を与えない安定域を求めるための感度分析の結果は、胡椒の利益係数の下限が近いこと、5月、8月の労働量の下限が近いことが判った。

表 13 Bタイプ複合経営(最適解)

最適値： 40,359.590					
	利益係数	稼働水準	潜在費用 安定域		
			下限	上限	
1. 黒胡椒	333.460	53.240	0.000	286.936	∞
2. デンデ	60.270	132.160	0.000	0.000	196.268
3. ライム	196.270	74.600	0.000	60.265	224.181
4. パッションフルーツ	47.820	0.000	46.450	-∞	94.266
	制約量	残量	潜在価格	下限	上限
土地(10a)	260.000	0.000	60.270	127.840	659.518
1月労働(h)	392.000	0.000	56.670	212.960	412.334
2月労働(h)	392.000	218.380	0.000	173.620	∞
3月労働(h)	431.200	229.440	0.000	201.756	∞
4月労働(h)	450.800	249.040	0.000	201.756	∞
5月労働(h)	470.400	167.920	0.000	302.480	∞
6月労働(h)	582.400	386.400	0.000	196.000	∞
7月労働(h)	2,764.800	2,658.320	0.000	106.480	∞
8月労働(h)	2,764.800	271.120	0.000	2,493.680	∞
9月労働(h)	2,662.000	0.000	0.930	2,397.922	4,900.000
10月労働(h)	2,764.800	2,037.540	0.000	727.256	∞
11月労働(h)	582.400	439.640	0.000	142.760	∞
12月労働(h)	470.400	290.340	0.000	180.060	∞

プロセス数4, 制約数13

次に胡椒単作経営の最適解を求めた。ここでは単作であること以外の条件は共通にした。(表14)

この結果最適値は17,753.33US\$であり実績、複合経営との比較において最低となった。この要因は一時期(9月収穫労働時期)に労働が集中しすぎたためであり、労働の制約条件が最適値の収益性を低めたと考えられる。

表 14 Bタイプ胡椒単作経営(最適解)

最適値:	17,753.330				
	利益係数	稼働水準	潜在費用	安定域	
				下限	上限
1. 黒胡椒	333.460	53.240	0.000	0.000	∞
	制約量	残量	潜在価格	下限	上限
土地(10a)	260.000	206.760	0.000	53.240	∞
1月労働(h)	392.000	179.040	0.000	212.960	∞
2月労働(h)	392.000	285.520	0.000	106.480	∞
3月労働(h)	431.200	324.720	0.000	106.480	∞
4月労働(h)	450.800	344.320	0.000	106.480	∞
5月労働(h)	470.400	257.440	0.000	212.960	∞
6月労働(h)	582.400	475.920	0.000	106.480	∞
7月労働(h)	2,764.800	2,658.320	0.000	106.480	∞
8月労働(h)	2,764.800	2,658.320	0.000	106.480	∞
9月労働(h)	2,662.000	0.000	6.670	0.000	4,900.000
10月労働(h)	2,764.800	2,711.560	0.000	53.240	∞
11月労働(h)	582.400	529.160	0.000	53.240	∞
12月労働(h)	470.400	417.160	0.000	53.240	∞

(2) Cタイプの複合経営(最適解)と胡椒単作経営(最適解)

Cタイプ複合経営の単体表(初期解)の技術係数(労働係数)はR生産者の調査時(1997年)の労働状況から求めた。(表15)

黒胡椒は他の作物に比較して年間を通じて労働時間が高いのはBタイプと同じである。労働時間が顕著に多いのは収穫および調整時期の1・2月であり、ともに47.5時間/10aである。また肥培管理および灌水労働は乾期(1~5月, 12月)に集中しておりこの時期の労働も10~19.4時間/10aと比較的高い。

ドリアンは収穫労働の4月の労働時間は11.2時間/10aと比較的高い。しかしドリアンは概して労働力を必要としない作物である。ランブータン収穫期の3月に30時間/10aと黒胡椒に次いで労働時間が高い。

Cタイプの最適解を求めるに当たり1・2月の労働の

制約量を調整した。これは調査表記載事項には主たる家族労働者は2名とあるが、実際の収穫労働時には世帯主および長男以外に、世帯主の妻、長男の妻、長男の子供等が労働に関与することが判明したからである。したがって能力換算を2増加して、1月の労働制約量は1,253時間/10a, 2月は1,206時間と修正した。

表 15 Cタイプ複合経営の単体表(初期解)

定数項	関係	1. 黒胡椒	2. ドリアン	3. ランブータン
利益係数		818.791	590.1085	137.6155
土地(10a)	53.6 ≥	1	1	1
1月労働(h)	1,253 ≥	47.5	1.2	0.7
2月労働(h)	1,206 ≥	47.5	0.0	1.0
3月労働(h)	821 ≥	19.4	0.0	30.0
4月労働(h)	790 ≥	17.5	11.2	0.8
5月労働(h)	821 ≥	2.5	0.0	0.5
6月労働(h)	532 ≥	7.5	6.0	1.2
7月労働(h)	479 ≥	0.3	0.0	0.5
8月労働(h)	479 ≥	0.0	0.0	0.0
9月労働(h)	479 ≥	0.0	0.0	0.0
10月労働(h)	479 ≥	0.0	0.0	0.0
11月労働(h)	532 ≥	10.0	0.0	0.0
12月労働(h)	821 ≥	10.0	0.0	0.0

Cタイプ複合経営(最適解)からは(表16)実績の目的値が35,875US\$であるのに対して最適値が37,437.87US\$と4%程度の収益増が見こまれる。したがって作付計画や資源の利用状況には改善すべき余地があると考えられる。

プロセスの稼働水準(作付面積)を実績値と比較すると、黒胡椒は実績値が3.2(10a)であるが稼働水準が25.4(10a)と高い値である。またドリアンは実績値が44.8(10a)であるが稼働水準が28.2(10a)と低い値であり、ランブータンは稼働水準ゼロである。ランブータンの導入時の潜在費用は457.31US\$/10aである。

分析結果からは胡椒のウェイトを高めてドリアンのウェイトをやや低め、さらに労働投入のウェイトが高い割に収益性の低いランブータンの導入は見合わせることを示唆している。この動向は1996年が胡椒価格低落化傾向の終焉期に当たり、Cタイプ生産者の多くが胡椒生産からドリアン生産へシフトしたことがドリアンの価格低下をもたらし収益性を悪化させたことが要因と考えられる。

土地は残量0 (10a) であり土地1単位 (10a) 増加に伴う目的値 (利益総額) の増加分は590.11US\$と高い。Bタイプに比較して小規模な生産者であるため土地のウェイトを高い。K生産者はさらに26(10a)の耕作可能地を有するのでその利用が求められる。

2月の胡椒収穫時期の労働は残量ゼロであり少ない。労働力の制約資源が1単位増加した時の目的値 (利益総額) は4.81US\$/労働1時間である。

さらに感度分析の結果は、胡椒の利益係数の下限が近いこと、4月期の労働の下限が近いことが判った。

表 16 Cタイプ複合経営 (最適解)

最適値 : 37,437.870						
	利益係数	稼働水準	潜在費用	安定域		
				下限	上限	
1. 黒胡椒	818.790	25.400	0.000	590.109	∞	
2. ドリアン	590.110	28.200	0.000	122.967	818.791	
3. ランブータン	137.620	0.000	457.310	-∞	594.923	
	制約量	残量	潜在価格	下限	上限	
土地(10a)	53.600	0.000	590.110	25.398	56.285	
1月労働(h)	1,252.800	12.560	0.000	1,240.243	∞	
2月労働(h)	1,206.400	0.000	4.810	0.000	1,219.283	
3月労働(h)	820.800	328.080	0.000	492.719	∞	
4月労働(h)	790.400	30.070	0.000	760.327	∞	
5月労働(h)	820.800	757.310	0.000	63.495	∞	
6月労働(h)	532.000	172.300	0.000	359.697	∞	
7月労働(h)	478.800	471.180	0.000	7.619	∞	
8月労働(h)	478.800	478.800	0.000	0.000	∞	
9月労働(h)	478.800	478.800	0.000	0.000	∞	
10月労働(h)	478.800	478.800	0.000	0.000	∞	
11月労働(h)	532.000	278.020	0.000	253.979	∞	
12月労働(h)	820.800	566.820	0.000	253.979	∞	

プロセス数3, 制約数13

Cタイプにおける胡椒単作経営の最適解からも (表17), 最適値は13,624.68US\$と、実績値, 複合経営の最適解と比較して最低となった。この理由も2月の収穫期労働の偏りが制約量を超えたことが要因と考えられる。

表 17 Cタイプ胡椒単作経営 (最適解)

最適値 : 13,624.680						
	利益係数	稼働水準	潜在費用	安定域		
				下限	上限	
1. 黒胡椒	818.790	16.640	0.000	0.000	∞	
	制約量	残量	潜在価格	下限	上限	
土地(10a)	53.600	36.960	0.000	16.640	∞	
1月労働(h)	820.800	30.400	0.000	790.400	∞	
2月労働(h)	790.400	0.000	17.240	0.000	820.800	
3月労働(h)	820.800	497.980	0.000	322.816	∞	
4月労働(h)	790.400	499.200	0.000	291.200	∞	
5月労働(h)	820.800	779.200	0.000	41.600	∞	
6月労働(h)	532.000	407.200	0.000	124.800	∞	
7月労働(h)	478.800	473.810	0.000	4.992	∞	
8月労働(h)	478.800	478.800	0.000	0.000	∞	
9月労働(h)	478.800	478.800	0.000	0.000	∞	
10月労働(h)	478.800	478.800	0.000	0.000	∞	
11月労働(h)	532.000	365.600	0.000	166.400	∞	
12月労働(h)	820.800	654.400	0.000	166.400	∞	

### 三 持続的胡椒生産農業の確立に関する実証的研究全体の結論と課題の検証

本論文を含む研究全体の結論を記すと以下の通りである。

(長期的課題) 市場価格の動向分析 (産地価格, 国際価格): 国際市場間の相互作用のみが確認された。結論として胡椒市場は閉鎖的市場である。

(長期的課題) 持続性に関する栽培技術把握と生産者の認識 (「持続性をもたらす胡椒栽培技術」アンケート結果) のまとめ: 持続性に関係のあると考えられる栽培技術は, ①土壌検査, ②苗検査, ③苗床ビニールの使用, ④薬剤の定期的散布, ⑤日除け, ⑥有機質肥料の多用, の6項目である。

(短期的課題) 経営経済的分析: (Bタイプ) 経営に占める胡椒のウェイト高い。長期負債が多い。(Cタイプ) 胡椒のウェイト低く, ドリアン生産と複合経営。短期負債多い。

生産費が高く農業利潤が低い。(両タイプ) 投入に対する生産量の割合: Cタイプ > Bタイプ

(長期的課題) 経営経済分析とペッパーサイクルから: (両タイプ) 短期的に赤字が出ててもペッパーサイクルの平均ではプラスが出た。即ち, 中長期的収益性の

確保が可能である。

(短期的課題) 生産関数分析：(Bタイプ)土地寄与率高い。(Cタイプ)土地と資本の寄与率が高い。

Bの資本寄与率が低いのは経営耕地面積が広く、新植地が施肥を必要としないため。

胡椒生産において規模のメリットは検出されない。これは胡椒生産が人的労働に依存するため、規模拡大が労働投入の低下につながるため。

(長期的課題) 持続性をもたらすもの(重回帰分析)：「持続性」を「胡椒経済年数」で捉えた場合、アンケート結果①～⑥の項目のうち経済年数をもたらすものとして、Bタイプは有機質肥料の寄与率が0.37、Cタイプも同様に有機質肥料の寄与率が0.68をしめた。この結果有機質肥料が持続性を担う要因の一要素であると結論付けた。

(短期的課題) LP分析：(両タイプ)両タイプとも胡椒以外の作物との複合経営が有効であるとの結論に達した。(Bタイプ)最適値により黒胡椒とライムの組み合わせにより30%の経営改善が可能。(Cタイプ)最適値により黒胡椒とドリアンとの組み合わせにより4%の経営改善が可能。

なおCタイプの経営改善が少なかった理由は、Cタイプは既にドリアンとの組み合わせが定着しており、経営者の任意の経営改善により胡椒とドリアンとの作付体系が構築されているからである。

これらの分析結果からB・C両タイプの胡椒生産農業の持続可能性を高める方策をまとめると以下のようになる。

Bタイプ(ブラジル)の胡椒生産農業の持続性を高める方策として、1)栽培技術に土壤検査、苗検査、苗床ビニール、病害防除薬剤、日除けを導入する。2)長期負債を減少させる。

Cタイプ(タイ)の胡椒生産農業の持続可能性を高める方策として、1)生産費の低減。2)単位当たり労働投入の減少。3)短期負債を低減し長期的胡椒生産計画を立てる。

B・C両タイプの持続可能性を高める方策として、1)閉塞的胡椒市場での価格変動幅を狭めるために、生産調整等による需給コントロールを行う。2)根腐病、胴枯病等圃場全体に被害を及ぼす病害の防除方法および対処方法の確立。また防除体系の作業ルーチンへの組み込み。3)胡椒単作ではなく混合作付け(複合経営)による胡椒栽培。4)有機質肥料の多用。

最後に結論として分析結果を本研究の具体的目的に

照らし合わせると、①技術的条件について以下のようにまとめられる。調査対象であるBタイプは低投入、Cタイプは高投入型栽培方法を基本としている。Bタイプでは循環型の胡椒栽培技術確立を目的とした生産減を補う方策として混合作付け(作付け体系)とCタイプは有機質肥料の多用(生産資材の活用)が有効に機能している(LP分析および重回帰分析の結果)。しかし土地利用および農業機械の有効利用には両タイプともに有意な点は見られなかった。また経営経済的分析から単年度の生産量と投入量の関係はCタイプの投入量に対する生産量の割合が高く上述の2点の効果と考えられる。

②経済的条件については、持続性を維持するためには「収益性の確保を目標」とせねばならず、BタイプはCタイプとの比較において価格低落による経営的要因による投入量の減少が認められるが、投入量の減少は顕著に生産量の減少をもたらしていること。また長期的収益性の計測からはB・C両タイプが価格周期変動の中にあっても長期的収益性の確保が可能である(経営経済的分析結果)ことの2点が検証された。

これらの結果を受けて、③持続性条件について、上述した技術的条件と経済的条件によって「永続的に一定の土地において胡椒農業生産を可能にする。」点の一部が満たされることが確認できた。しかし「土地の生産性を低下させることなく」という点については、土壤流失や連作障害との因果関係を検証すべきであり本論以降の課題とした。

また当初の課題であった2点に対する検証の結果は次のようになった。ブラジルとタイの比較において、タイの胡椒生産の持続性が高いのではという仮定に対して、小規模と家族労働力には有意な結果は認められなかった。しかし、Cタイプ(タイ)の有機質肥料を多用する点、ライム(Bタイプ)とドリアン(Cタイプ)との混作(複合経営)が持続性を長ずるという点が確認された。またCタイプは化学肥料、農薬が高投入されており、ドリアンとの混作が必ずしも環境保全型胡椒生産農業に至っていないことが判明した。