九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

価格不安定性下における農業経営計画

小林, 雅裕
九州大学農学部農業計算学教室

土屋, 圭造
九州大学農学部農業計算学教室

https://doi.org/10.15017/22300

出版情報：九州大學農學部學藝雜誌. 37 (1/2), pp.63-82, 1982-11. 九州大學農學部
バージョン：
権利関係：

九大農学芸誌 (Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ.)
第37巻 第1・2号 63-82 (1982)

価格不安定性下における農業経営計画

小 林 雅 裕・土 屋 圭 造
九州大学農学部農業計算学教室
(1982年8月10日 受理)

A Study on Farm Planning under Uncertain Prices

MASAHIRO KOBAYASHI and KEIZO TSUCHIYA
Seminar of Econometric Analysis in Agriculture, Faculty of Agriculture, Kyushu University 46-07, Fukuoka 812

I 緒 言

いかなる経済主体でも経済活動を行なおうとするとき，何らかの状況の下において意思決定の過程を経なければならないであろう．その過程において，最適な選択肢を利用可能な諸資源の制約の下で，ある主観的な判断基準に基づいて決定できなければならない．その際，将来についての状況が確実に予知できることはほとんど皆無であつて，通常の経済主体は将来の状況が部分的にか，あるいは全く予知できない状況で意思決定をせまられることが多い．農業経済部門においては，この状況は他の経済部門よりもより強く表われる．将来に対する不安定性は，農業生産活動にとつてきわめて重要な要因として考慮されるべきであろう．それは，工業部門と比較して農産物価格がきわめて不安定であるうえに，農業生産自体が自然から受ける影響がきわめて大きいからである．

したがつてある観点から経営計画を立案する際，農業生産活動に不可避的につきまとう不安定性をなんらかの形で計画に取り込んでおくことがよい場合もある．本稿は，鹿児島県肝属郡南部地域の4町の農業開発計画を事例として，農業経営計画にとつて最も重要な要因である農産物価格の不安定性に注目する．農産物価格の不安定性に起因する収益変動を考慮して最適作付計画を策定する．計画の立案においては，計画手法と意思決定基準が異なればそれに応じてさまざまな計画を得ることができる．どの計画手法・決定基準が最適なものであるかは利用可能な情報の質と量によつて異なり，また計画立案者の態度によつて異なり，従来多くの研究がなされてきた．本稿で試みるモデルは，事例地域の特殊性を考慮してポートフォリオ分析において開発されてきたE-Vアプローチ・モデルと同様のモデルを用いて計画策定を試みる．

本稿のとりまとめには九州大学農学部川口雅正助教授の御教示を得た．また，九州農政局南九州地域総合開発調査事務所，鹿児島県根占農業改良普及所の方々の御協力を得た．記して感謝の意を表したい．もちろん本稿に残存するであろう不備な箇所はすべて筆者らの責任であることは言うまでもない．

計算処理には，九州大学大型計算機センターFACOM M—200を使用した．

II 分析モデルの設定

1. 不安定性下における農業経営計画

我々は将来の状況についてほとんど予知できないので，通常意思決定の結果は絶対的な確実性を持つて予測することはできない．それ故に，厳密には所与の生産期間の終わりで得られるであろう収益を最大化する手段を前もつて選択することなどできない．農業経営者にとつて，収獲量が投入量以外の偶然的な要因によつて左右され，投入—産出関係とはそもそも確率的な関係にすぎないことは常に経験するところである．

経営者の直面する「不確実性の程度」は，将来の状況が完全に予知できている場合から全く予知できない場合の範囲の間にある．本稿で対象とする農業経営者は，将来に対して完全な無知の状況におかれているのではなく，部分的に無知な状況において意思決定をなしうるものとする．「不確実性の程度」は，その時の

経営者が入手しうる情報の量と質に依存するものである．しかし，与件の変動が激しく情報の量と質が乏しい場合には，たとえ部分的に無知な状況下にあつても完全に無知な状況下にあると仮定しなければならないときもある．

農業経営計画において不安定性を考慮すべき範囲について要約してみる．不安定性が生ずる源泉として Stabler (1975) は次の4点に注目している．第1，技術的実行可能性；第2，産出水準；第3，生産物市場と要素市場；第4，政治的・社会的構造．この4点について詳述してみる．

第1の技術的実行可能性は，新農業技術の開発・新品種の改良等技術変化に対する不安定性を問題にしている．また，技術水準を一定としたときに投入要素価格や生産物価格が変化したとき，経営がそれに十分対応できるかどうかも問題になる．ある変動に直面した経営が，わずかの犠牲で産出量水準を調整できうるかどうか，つまり経営の伸縮度 (flexibility) に影響することである．それに対しては，農業経営者が一部門当たりの固定費の占める割合をおさえる．つまり経営の多角化 (diversification) がその対応策としてあげられよう．「すべての卵を一つのバスケットに入れることを避けること（川野監訳，1962，194-196頁）」である．またここでは経営の金融的状態に関しても考慮せねばならない．負債比率や借入金の償還等についても十分な予測と計画を立てておくことがこの不安定性を避ける手段となりうる (Kay, 1981, p. 339)．

第2の産出水準は，投入要素の質にかかわる問題である．家畜の疫病・作物の病気・気象等産出水準に影響を及ぼす要因についての不安定性である．また，土壌条件・投入資材（機械・肥料・農薬等）の質の変化に対応することは経営者の能力が十分に発揮される部分である．

第3の生産物市場と要素市場については，従来生産物価格や投入要素価格の動向のみに重点が置かれており，その不安定性の推計についてはなおざりにされてきた．価格の不安定性が経営者の意思決定に及ぼす影響にはきわめて大きいものがある．大部分の経営者は価格変動を好まない．事実零細な経営では大きな価格変動に耐えることはできない．本稿の分析はこの点を問題にしている．価格情報の収集がこの不安定性を減少させる助けとなるが，情報が少なく不正確であるならば，農家の決定がゆらいだり資源の最適配分を阻害することになる．

第4は政府の農業政策と景気循環に伴う経済環境の変化がその源泉である．政府の政策方針の変化，つまり輸入政策や価格政策，構造改善政策等の変化も農業経営者は十分に予測しなければならない．政策当局は政策に関する情報を拡充し理解を求めなければならないし，また政策変化はゆるやかなものにすることを目ざすべきであろう．経済環境の変化は農業経営者ならずとも経済専門家にとつても予測しがたいことである．短期・長期の経済変動について経営者は経験と勘とを十分に働かせて適切に経営を対応させてゆかねばならない．

以上の様々な不安定性について農業経営者が十分な情報を入手していれば，それぞれの最適な意思決定が可能となろう．生産物や投入財価格の正確な予測だけでも，経営計画は大きく改善されることになる．

様々な将来についての予知できないことを不確実性 (uncertainty) として把握すべきか，危険 (risk) として把握すべきか問題となるところである．経営計画論においても，計画手法が全く異なることになる．F. Knight（奥隅訳，1959，第7章）は不確実性と危険とを明確に区別している．危険とは異なる結果についての主観的な生起確率が既知である場合であり，不確実性とはそのような主観的な確率についての知識さえも持てない場合である．

経営者の知識状態が不確実性ないし完全な無知の状態として，生起確率を用いない諸計画についての一研究が川口 (1973) によつて行なわれている．不確実性下での計画についての決定基準は，一般にラプラス基準，ワルト（マクシミン）基準，サベジ（ミニマックスリグレット）基準，ハービッチ基準等が知られている．川口は上記のそれぞれの基準，またワルト-サベジ基準，ワルト-マクシマックス基準等の新しい選択基準を提案して計画の策定の例をあげている（川口，1973，41-80頁）．しかし多くの場合，現実の知識状態は部分的に無知な状態であり，そのような知識状態は D. Ellsberg の言う ambiguity としてとらえられるとして，エルスバーク基準に従つた計画についても述べている（川口，1973，81-96頁）．なおこのambiguity は不確実性と危険とを共に特殊の場として含むより一般的な知識状態である．

しかしながら，上記の決定基準についてはエルスバーク基準を除きいずれも極端な基準であり，農業経営者の判断や勘・推理力を完全に無視しているのではなかろうかと思われる．つまり，ラプラス基準についてはそれぞれの行為に対応する利得系列のばらつきが全くの問題外とされており，ワルト基準，マキシマック

ス基準については極端な安全第一主義や冒険第一主義になつていたり，ハービッチ基準はその両極端を足して割る基準であり，サベジ基準は極端な後悔第一主義になつているという批判がある（酒井，1982，1-44頁）．つまり，どの基準が用いられるかで全く異なつた計画が選択される．情報が乏しいため当然経営者の判断によつてまちまちな計画が選択され，選択された計画についても大きな相異をみることができる．生起確率を用いることができない計画決定基準は，現実の経営計画への適用範囲は限られてこよう．しかし，本稿の目的とする不安定性下での最適作付計画の策定に関してはサベジ基準の適用が現実の農業経営者の意識を表わしていると思われる．一つの作付計画が有利でないと分かつたとき，最小の損失しか招かないですむような計画を選択することは理解しやすい．

筆者は，予想される状況の生起確率は精度の高いものであれ低いものであれ積極的に利用すべきものと考える．将来を完全に予測することは望むべくもないのであるから，不安定性を考慮すべき上記の4点に関する情報を十分に収集しておく必要がある．経験から得たことを学び，できるだけ損失を小さくするような計画に漸次改善してゆかねばならない．どういつた状態が生起するかは分からないにしても，何が起こりそうかは経営者は何らかの判断を持つているのである．

2. 計画モデルの設定

本稿で用いるリスク・プログラミング・モデルは，経営者が不安定性に対して一定の選好を持つと仮定し，彼の期待効用を最大化するモデルである．この期待効用概念については Arrow (1970, pp. 52-69) が参考になる．

リスク・プログラミング・モデルでは，不安定性を平均値のまわりの2次モーメント（分散値）で計測する．経営計画のための意思決定に必要な情報を収集し，採用しようとする代替的行動の結果の貨幣額の平均値が等しくても分散値が大きければ分散値の大きい方を不安定性が大きいとみなし，経営者の選好の中で順序づけがなされるのである．生起確率を用いることができない部分的に無知な状態における決定であり，危険の近似として正規分布を仮定した分散値を用いるものである．不安定性を分散値やいくつかの測度で計測し，そのマイナスの効用を収益から得られるプラスの効用から差し引いた純効用を最大化するモデル，数学形式的には2次計画法を用いるモデルを農業経営計画論においてはリスク・プログラミング・モデルと呼んでいる．このモデルは Freund (1956) や Heady (1958) によつて定式化され，通常の線型計画法の目的関数に一定の効用関数を仮定し計画モデルの中に組み込んだものである．

通常の線型計画モデルは以下の形式である．

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \leq b_i \qquad (i=1,2,\cdots,m) \qquad (2\cdot1)$$

$$x_j \geq 0 \qquad (j=1,2,\cdots,n) \qquad (2.2)$$

なる線型不等式制約条件式の下で，

$$z=\sum_{j=1}^{n} c_j x_j \qquad (2\cdot3)$$

を最大化する．

ただし，a_{ij}: i 資源制約のための j プロセスの技術係数，b_i: i 資源制約量，c_j: j プロセスの収益係数，z: 総収益．

上記の線型計画モデルは総収益額のみの最大化を目的としており，収益変動に無関心な効用関数を仮定している．Freund (1956) は次の型の期待効用関数を仮定して，2次形式の目的関数を導出する．

$$U(z)=1-e^{-az} \qquad (2\cdot4)$$

総収益が正規分布にしたがうと仮定されているのであるから，効用の数学的期待値は

$$E(U)=1-e^{a\left(\frac{a}{2}\sigma_z^2-\hat{z}\right)} \qquad (2\cdot5)$$

となる（今村，1966，104頁）．

ただし，e: 自然対数の底，σ_z^2: 総収益の分散，$\hat{z}$: 期待総収益，a: 農家の行動パラメータ．

つまり Freund のリスク・プログラミング・モデルは，生産過程が（2・1），（2・2）式の制約条件にあてはまるものとして以下のモデルを提示した．

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \leq b_i \qquad (i=1,2,\cdots,m) \qquad (2\cdot1)$$

$$x_j \geq 0 \qquad (j=1,2,\cdots,n) \qquad (2\cdot2)$$

なる線型不等式制約条件式の下で，

$$z=\sum_{j=1}^{n} c_j x_j-\frac{a}{2}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} x_j d_{jk} x_k \qquad (2\cdot6)$$

を最大化する．

ただし，d_{jk}: j プロセスと k プロセスの収益の共分散行列，a: 農家の行動パラメータ．

数学的には（2・6）式は2次形式となり，この問題を解くためには2次計画法を用いなければならない．

農家の行動選好パラメータ（a）の性質は，仮に $a=0$ であれば（2・6）式の目的関数は通常の線型計画モデルのものと等しくなり，収益変動に無関心な行動を表わすことになる．$a>0$ となれば不安定性に対

する割引率が大きくなり，より安定した収益を選好する行動を表わすことになる．丸山・フロント（1967）は間接的に a の値を求めているが，一意的に確定する根拠は弱い．

本稿では，H. Markowitz により発展させられ，Heady (1958) によつて農業経営計画に応用されたE-Vアプローチ・モデル（Expected Income-Variance Approarch Model）を用いる．このモデルは，H. Markowitz 以来証券投資分析に用いられてきたモデルと同様のものである（鈴木監訳，1969，175-217頁，付録B）．このモデルは，農家の行動パラメータ（a）を確定する問題は避けられるが，別に農家の目標収益をどの位に設定するかという問題を生じさせる．モデルは以下の形式である．

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \leq b_i \qquad (i=1,2,\cdots,m) \qquad (2\cdot1)$$

$$x_j \geq 0 \qquad (j=1,2,\cdots,n) \qquad (2\cdot2)$$

$$z^* = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \qquad (2\cdot7)$$

なる線型不等式制約条件式の下で

$$\sigma_{z^*}^2 = \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{n} x_j d_{jk} x_k \qquad (2\cdot8)$$

を最小化する．

ただし，z^*：目標総収益，$\sigma_{z^*}^2$：目標総収益の分散．

このモデルは，農家が一定の目標総収益を立てしかもその総収益の分散を最小にするプロセスの組み合わせを求めるものである．農業経営者が危険回避者（risk averter）であるとすれば，変動所得よりも安定所得の方を選好する．計画地域は災害多発地帯であるうえに老齢化・婦女子化した労働力により経営が営まれているところである．このような地域では，この選択基準（目標総収益－最小分散基準）が保守的な農家の行動基準を表わすものといえる．

不安定性の測度としてリスク・プログラミング・モデルでは，過去の総収益の分散と共分散とを用いる．加えて，総収益は正規分布すると仮定されている．過去の収益の変動と収益を生み出す各プロセス間の相互関係を危険の測度として計画モデルに組み込む．

しかしこのモデルについてはいくつかの批判がなされている．第一は，危険の近似として平均一分散値を用いるこのモデルが，経済理論的に危険をどの程度表現できるかである．理論的な危険による順序づけと，平均一分散値による順序づけとは矛盾する結果になる．実際上は平均一分散値は危険の大小を表わす非常に有力な近似値を与えるものとされている（酒井，1982，144-147頁）．第二は経営者の意識に関する事である．経営者は収益が減少する場合に危険があると考えるのであつて，収益が増加する変動はむしろ有利なことではないかという批判である．しかし，現実の収益変動は増加傾向にのみ変動するわけではない．収益の減少変動のみを考慮に入れた場合，利益を得る機会を失うか重大な損失を受ける可能性のある計画になる場合がある．プロセスとプロセス間の収益変動を「ならして」考慮する利点がそこにある．川口もこの点を指摘しており，他にいくつかのE-Vアプローチ・モデルに対する批判を行なつている（川口，1973，110頁）．その中の一つとして他にも多くの研究者が問題点としてあげているものに，計算上の困難性がある（Hazell, 1971）．完全に無知な状況の下での計画は数学形式的にはゲーム理論的計画法と呼ばれ線型計画法を用いて比較的容易に解を求めることができる．E-Vアプローチ・モデルを始めとする2次計画モデルは，問題によつてきわめて大きな計画費用を必要とする．2次計画問題を解くアルゴリズムは，近年さまざまな改良が加えられてきており，計算費用が少なくてすむアルゴリズムがいくつか開発されている（小島，1981）．本稿では，2次計画問題の基本的な解法とされている相補掃き出し法，いわゆるLemke法に従つたアルゴリズムを用いてコンピューター・プログラミングを行なつた（小島，1981，39-46頁）．

3. 計画策定までのプロセス

計画地域における最適作付計画の策定までのプロセスは以下のとおりである．

本稿は，農産物価格の不安定性が農業経営計画の中の作付計画にどのように影響するかを分析する．そのため，農産物価格の不安定性が農家収益にどの程度影響するのかを計測しなければならない．そのために計画作目の価格を，鹿児島県からの出荷が多い東京・大阪・福岡・鹿児島の各中央卸売市場の資料から求め，経営費と流通費用を引いて農家収益とその変動を計測する．なお観測期間は1973～79年の7ケ年間である．各市場ごとに計測された作目作型別の収益変動を基に平均収益とその変動係数によつて最適出荷先を求める．出荷計画にのせられた作目を計画地域で栽培可能な年間土地利用体系ごとに調整（1年2作型に調整）し，それぞれの作目の組み合わせの平均収益と分散・共分散を計測する．

計画策定の基礎となるシンプレックス表の作成には，鹿児島県農政部『作目別収益性標準（改訂版）』(1980) を用いたが計画地域の農業改良普及所の意見を参考にいくぶん改良した．このシンプレックス表に

より，不安定性を考慮しない計画を設計する．それは，リスク・プログラミング・モデルのような2次計画モデル（非線型モデル）においては一般に解が存在するとは限らず，線型計画モデルが有限な解を持つときに限り解が存在する．線型計画モデルにおいて計測された作目の組み合わせの下での総収益が，計画モデルの技術と資源制約量の下での最高総収益となる．この最高総収益を（2・7）式の z^* におき，経営者が最も合理的な最高総収益を目標収益として設定したとき，それだけの総収益を得てしかも分散を最小にするような作目の組み合わせを計測してみる．同じ総収益を得るための，別のもつと安全な作目の組み合わせが存在するからである．ついで，経営者が目標総収益を下げた場合，つまり総収益の額よりも不安定性がより小さい安定的な総収益を選好した場合の最適作付計画を求める．この場合，どの目標総収益を農家が選好するか一意的に決定はできないが，目標を所与のものとすれば合理的な作付計画が得られる．

以上のことを平均収益係数・最高収益係数・最低収益係数の下で最適作付計画を設計してみる．平均収益係数は経営者の期待収益を仮定した場合の計画が求められる．最低前益係数を仮定した作付計画は，経営者が過去の収益の最低値のみに注目して，市場が農産物に対して最低の価格しかつけないとき，市場の状態が最悪の場合のときである．その状況の下で最も危険の小さい作付計画を求める．いいかえれば，最も保守的な計画となり最悪の場合でもこの計画で作付を行なえば最低この程度の総収益を得ることができるという作付計画である．

最高収益係数を仮定した作付計画は最も楽観的な計画である．収益が高い作目はまた変動も大きな作目であり，そのような作目の組み合わせが計画されるだけにそうとうな危険を伴う．賭博的な要素を含む計画となる．

通常の線型計画モデルにしてもリスク・プログラミング・モデルにしても，計画解にそのままでは実行不可能な値をもたらす．例えば，肉用牛 4.2 頭・畑 0.62 a といつた値である．計画の実用性を考えて整数線型計画法によつて最適作付計画を求めてみる．なお，整数計画法については FACOM MPS/X-MIP を利用した．

最後に，完全に無知な状況下で決定基準として比較的用いられるサベジ基準により作付計画を求め，リスク・プログラミング・モデルにより求められた計画との比較を試みる．

Ⅲ　開発計画と市場分析

1.　事例地域と開発計画

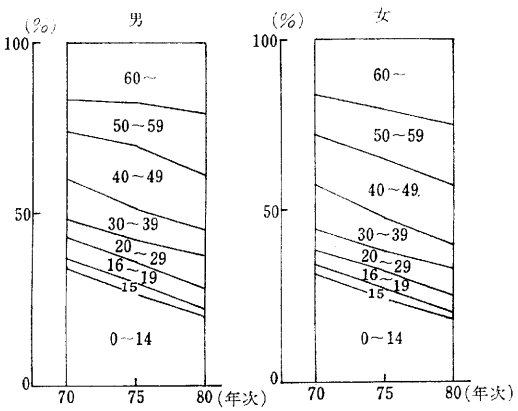
本稿が研究事例とする地域は，鹿児島県肝属郡の南部地域であり鹿児島湾に面する大根占町・根占町・田代町・佐多町の4町である．地域農業の振興を計るため，肝属広域営農団地整備計画が定められ基本開発計画に基づくいくつかの付属開発計画が定められている．

この地域は海岸線まで台地状の山地がせまつており，農業生産活動にとつてきわめてきびしい地形状態にある．開発計画はこの台地状の山地へ灌漑を含む農地造成により，野菜作を中心として大型生産団地の形成をねらつている．

気象条件は，年平均気温 18°C，年平均降雨量 2,000～2,600 mm 程度で高温多雨地帯であり，一部沿岸は無霜地帯である．しかし，台風の常襲地域であり，しかも降雨は4～9月に集中しており冬期は干天が続く，海岸地帯の土壌は砂壌土であり，上場台地は火山灰土壌（赤ホヤ）である．

この地域は大消費地から遠く市場条件はきわめて不利である．地元の鹿児島中央卸売市場ですら交通の便は悪い．市場は鹿屋市・大根占町に設置されてはいるが地場消費量は少なく価格条件は良くない．したがつて，生産物のほとんどはトラック輸送により東京・大阪市場等へ出荷されている．

農家一戸当たり平均保有耕地面積は 70 a 程度ときわめて零細で，耕地分散状況も平均5団地とほ場条件も悪い．鹿児島県でも有数の過疎地帯であり，若年齢層の県外流出により老齢化も進行している．また，新規高等学校卒業者の定住化は全くないといつてよく，

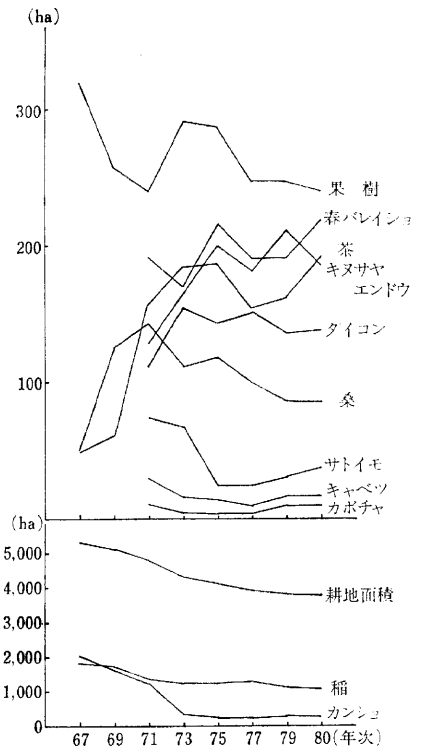


第1図． 農家人口の年齢構成の推移(1970～1980年).

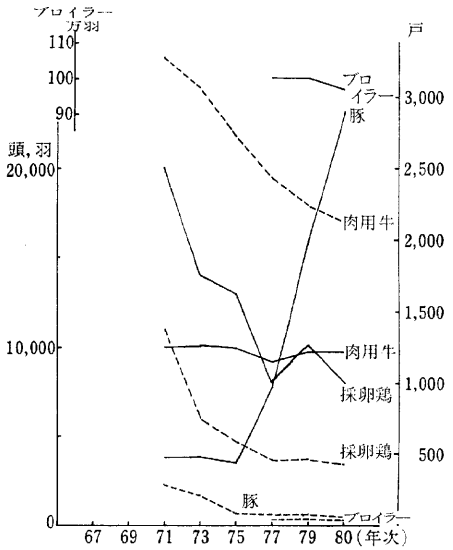
すべてが非農業に就業機会を求め鹿児島市又は県外へ流出している．農業地帯であるため専業農家は少なくないが，基幹的農業従事者に女子の占める割合が多い．農家人口は1970年には男 25,410人・女 13,266人であつたが，1980年において男7,908人・女8,500人に減少している．第1図に示すように，農家人口の減少に伴う老齢化の進行は著しい．この地域の農業生産活動は，老齢・婦女子化した労働力により担われている．

立地している工場といえば大根占町の漬物工場と根占町のチップ・製材工場だけである．この漬物会社との契約栽培によつてかなりの農家が加工用大根の生産を行なつている．開発計画では工場立地の推進をうたつているが困難な状況下にある．

近年，畜産（ブロイラー），露地・施設野菜を中心とした農業振興策が効を奏し始め，耕地 10a 当たり生産農業所得が大根占町で1979年で九州内20位にランクづけられるまでに至つている．1970年では419位だつたことから，近年農業生産の発展ぶりがうかがえる．第2図・第3図に耕地利用の推移と家畜飼養の推移を示す．カンショ農業からの脱却とバレイショ・キヌサヤエンドウ・養豚・ブロイラーの著しい発展が



第2図． 耕地利用の推移（1967～1980年）．



第3図． 家畜飼養の推移（1971～1980年）．
実線：飼養頭羽数；破線：飼養農家数．

みられる．

開発計画（生産基盤―新作目選択―流通体制）の基本的な方針は次のとおりである．

(1) 広く分布している既耕地と未墾地の錯綜する上場台地を主体とした総合的な土地基盤整備事業計画，畑地灌漑・ほ場整備・農地造成等で総合的に整備し，高能率の農業を目ざし，一戸当たり 2.0 ha～2.5 ha の規模拡大を計画している．

(2) 計画作目の選定には災害多発地帯であるため行動が保守的であり，新作物は作りたがらない傾向がある．そのため，選定作目はおのずから生産技術が確立しており，現在生産しているか又は生産した経験のある作目が中心になつてくる．畑地灌漑による作目選択幅の拡大のため，以前には収益が低かつた作目も有利性を持つようになり，しかも輪作体系も安定化しよう．

(3) 農作物の流通体系の整備，農業生産は年々増加しているが，市場占有率が低く銘柄の確立にまではいたつていない．このため，安定的な継続出荷に対応する産地体制・共販体制の整備を計り，遠隔産地の不利性を克服するため流通体制の抜本的な改善を計画している．

以上の基本方針に基づいて農業振興計画がたてられるが，解決しておかなければならない問題点も残されている．産地商人・後継者問題・台地での新栽培技術の普及等である．また，後継者問題により開発事業の費用負担などにも影響がでてくる．さまざまな問題の

第 1 表.　大根占町営農形態.

地区		作目																	総収益
		水稲	陸稲	キヌサヤエンドウ露地	キヌサヤエンドウハウス	インゲン	大根	バレイショ	カンショ	カボチャ	大豆	花卉	タバコ	茶	養蚕	ポンカン	子牛	肥育牛	(単位：万円)
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	頭	頭	
大根占	1例	50		15		15		35											206.3
	2例	40			10	15		30											215.7
	3例 1	30		10		10		20					70						352.5
	2	30		10		10		20						60					278.8
	3	30		10		10		20				10							173.0
	4	30		10		10		20										3	186.0
榊，上，中，新町，皆倉，島浜		20		10		5		15									2		140.1
神川中原，桜原，笑喜			60				150		20								3		184.6
鳥浜，城	1例	20		10		5		15						60			3		281.2
	2例	20		10		5		15					70				3		378.8
	3例	20		10		5		15								100	3		290.8
才原，大尾，落河			50				150		30								3		186.6
宿利原，牧原，協和，岩光，命苦	1例		50				120						70				3		377.5
	2例		50				120								50		3		213.9
	3例		50	15			120										3		244.5
池田	1例	20									30		120				3		451.5
	2例	30								10	30		70				2		307.9
	3例	50		10		10			80	30									292.4

解決が課題として残されている.

現在の営農形態を第1表〜第4表に示す. 海岸沿いの条件の良い地帯では，キヌサヤエンドウ・インゲン・バレイショ等を中心に生産が行なわれてきた. 近年連作障害で収量が落ちてきている. 耕地面積1.0 ha程度で，水稲・キヌサヤエンドウ・インゲン・バレイショ・肉用牛の経営形態で200万円程度の収益を得ている. 未開発の上場台地においては，耕地面積が2.3 ha程度で，陸稲・ダイコン・カンショ・肉用牛で180万円程度の総収益を得ているにすぎない. この上場台地の開発により，作付作目の選択幅の拡大が農家の総収益をどれ程増大させるかを計測してみる.

開発計画にはいくつかの基本的営農形態が提示されるが，その中でも茶・温州みかん等のように新植が困難なものがあり，たばこ作についても水田の転換によりわずかな増加がみこまれるだけの形態もある. あるいは，生産牛主作型・生産豚主作型等のようにこれを担当する農家が限られるものもある. 計画地域においては露地野菜が中心になり，全体の土地利用計画の策定が行なわれる. また，施設野菜は上場台地においては栽培困難であるとみなされ，資本設備も必要となるので計画されてはいない. 開発計画の中心は露地野菜を中心とし，加えて南九州の畑作地帯においては地力維持のため大家畜の飼養が一般的であるので，水稲・露地野菜・肉用牛（子牛）といつた形態になる.

2. 市場分析と計画資料

農産物の中でも露地野菜は特に価格変動が大きい. この問題に関しては従来多くの研究がなされている（土屋，1970，99–122頁；鈴木ら，1978，70–129頁；永木，1977，15–55頁）. 計画作目の価格変動について計測してみる. 1973年から1979年までの東京都中央卸売市場の資料から，計画作目の価格伸縮性（価格弾力性の逆数）を計測する. 計測式は以下のとおりである.

$$\log\frac{P_{it}}{dp_{it}}=\alpha_0+\alpha_1\log\frac{Q_{it}}{N_t}+\alpha_2\log T+u \quad (3\cdot1)$$

ただし，P_{it}：i 野菜の t 月の卸売価格（円/kg），Q_{it}：i 野菜の t 月の入荷量（kg），dp_{it}：i 野菜

第 2 表. 根占町営

地区		作 水稲	キヌサヤエンドウ 露地	キヌサヤエンドウ ハウス	キヌサヤエンドウ 年内	インゲン 春	インゲン 秋	ピーマン	大根 非加工	大根 加工	バレイショ 早掘り	バレイショ 加工	カンショ	プリンスメロン
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
登尾	1例	20	20			10	20				30			
	2例	20	20				10				20			
	3例	20	10								10			
	4例	20	10			10	10				20			
宮田	1例	20	10	10			10				20			
	2例	20				10		25						
	3例	20	20			10	10				20		10	
	4例	20	10				10				10			
川光・川南	1例	30	10				10				40			
	2例	40									20			
	3例	30									30			
	4例	30												
横別府	1例	30							20				20	
	2例	20								50				
	3例	30		10	10					10		20		10
	4例	30								20				
	5例	20												
	6例	20								10			20	
花ノ木	1例	20									20			
	2例	20												
	3例	20	10								20			

第 3 表. 田代町営農形態.

地区		作目 水稲	キヌサヤエンドウ	プリメロンス	カボチャ	カンショ	茶	タバコ	子牛	総収益 (単位：万円)
		a	a	a	a	a	a	a	頭	
全地区	1例					20			2	54.1
	2例	10		10	20	30			3	152.7
	3例	10					50		3	151.8
麓	1例		10	20		20			5	205.0
	2例	30				20			4	105.7
	3例	30	10							52.1
川原	1例		10	20		20			5	205.0
	2例					20		100	4	382.0
	3例	30				20			4	105.7
大原	1例	10					100			201.1
	2例	20					30		2	103.3
	3例	10					60		2	154.3

農　形　態.

夏菊	美人焦	タバコ	桑	早生温州	ハウスミカン	ポンカン	ハウスポンカン	たんかん	甘夏柑	子牛	肥育	養豚一貫	総収益（単位：万円）
目													
a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	頭	頭	頭	
										1			195.9
								40					260.7
		50								1			238.6
	5									1			186.4
										1			202.4
										3			224.6
				60		40				1			208.6
													195.8
										3			176.5
		60								2			262.0
				100	30					1			468.6
				120		30	20			1			298.5
										10			162.2
			150							3			286.3
										2			218.2
10									120	1			202.8
												30	872.4
											30		177.0
										10			159.9
		60								3			235.8
				120		40				1			239.6

第 4 表.　佐多町営農形態.

地区		水稲	キヌサヤエンドウ 露地	キヌサヤエンドウ ハウス	キヌサヤエンドウ 早まき	インゲン	プリンスメロン	早掘りバレイショ	カンショ	ストレチア	茶	子牛	子豚	総収益（単位：万円）
		作目												
		a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	頭	頭	
全地区	1例		a	20	10		10	30				2		312.4
	2例	20		15		10	10		30			3		251.8
	3例	20	20			10		20		10		2		201.9
	4例										100	10		317.8
	5例											20		315.0
	6例												40	378.8

の t 月の卸売価格指数（1975年＝100.0），N_t：t 月の東京都人口（人），T：トレンド，u：誤差項，α_0～α_2：推計すべきパラメータ．

推計結果は第5表のようになる．この表は，市場への入荷量1％の増加が卸売価格を何％変動させるかを示す．野菜ごとにその伸縮性値にかなりの差異がある．ハクサイ・キャベツのような日常的で貯蔵困難な消費特性を持つものは伸縮性は大きい．イモ類は反対に小さな値を示している．キヌサヤエンドウについては，消費単位が少量で比較的高級品ということもあつ

第 5 表.　東京都中央卸売市場における月別・品目別価格伸縮性（1973～1979 年）.

月	品目								
	ハクサイ	キャベツ	ダイコン	ニンジン	サトイモ	バレイショ	サツマイモ	カボチャ	キヌサヤエンドウ
1月	1.369	−4.548***	−3.987	−5.271***	−2.390**	−2.748**	−1.837***	−0.113*	−0.921***
2月	1.479	−3.620***	−9.167**	−4.200**	−1.755***	−0.272	−1.551**	−0.220**	−0.972***
3月	−1.800*	−2.703**	−6.458	−3.540*	−1.297***	−3.610***	−1.589***	−0.321***	−0.535
4月	−4.247**	−3.380***	−6.711**	−3.844**	−0.905***	−2.287*	−0.842	−0.021	−0.440*
5月	−1.694	−3.839**	−3.066	−2.232	−0.578**	−1.515	−1.205***	−0.565*	−1.157**
6月	−0.713	0.796	−1.389**	−1.210	−0.699***	−1.144	−1.349***	−1.504***	−1.161
7月	−3.030**	−0.492	−3.144**	−5.020***	−0.814***	−0.525	−1.573**	−3.948**	−1.021**
8月	−1.197	−9.705	2.126	0.151	0.058	−1.429*	−1.044	−2.880*	−0.579
9月	0.565	−6.992**	−1.069	−5.081**	−1.332*	−1.361***	−1.407**	−2.294*	−0.718**
10月	−2.851**	−3.029*	−3.533***	−3.562	−1.457	−1.172	−0.931	−1.829*	−0.504*
11月	−4.051**	−3.960*	−4.384**	−3.292***	−2.323**	−2.739*	−1.035	−0.960*	−0.823**
12月	−5.409**	−4.150	−4.474	−0.824	−3.213**	−1.643	−1.394**	−0.854***	−0.728***

注　1）*: 10％で有意，**: 5％で有意，***: 1％で有意.
　　2）計測式は，

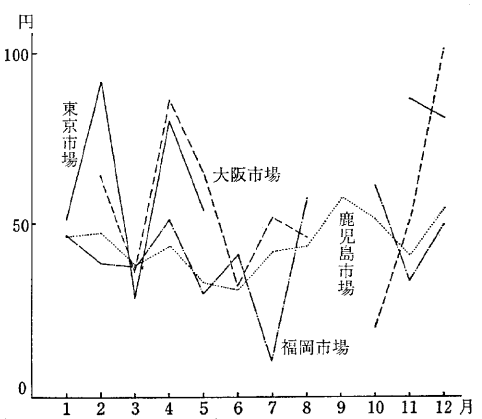
$$\log\frac{P_{it}}{dp_{it}}=\alpha_0+\alpha_1\log\frac{Q_{it}}{N_t}+\alpha_2\log T+u.$$

ただし，P_{it}: i 野菜の t 月の単価（円/kg），Q_{it}: i 野菜の t 月の入荷量（kg），dp_{it}: i 野菜の t 月の卸売物価指数（1975 年＝100），N_t: t 月の東京都人口（人），T: トレンド，u: 誤差項，α_0～α_2: 推計すべきパラメータ.

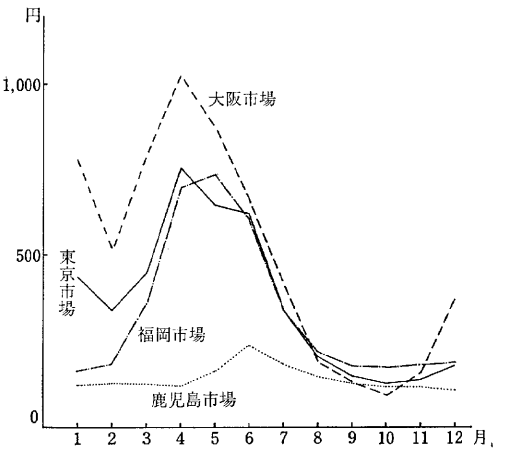
てその伸縮性は小さい.

東京市場はプライス・リーダーとしての役割があり，そこで形成される価格は全国の中央卸売市場での価格形成に大きな影響を与えている．また価格変動の一般的な傾向が把握される．一方で，鹿児島中央卸売市場を対象とした（3・1）式のモデル（入荷量・人口は鹿児島）で価格伸縮性を推計した．結果は省略するが，入荷量と価格との関係が弱く統計的検定値（t一値）は高くない．これは，入荷量が少なく市場規模も小さいため市場機能が十分に働かず，東京等大消費地の形成価格が大きく影響しているためである.

第 5 表にみるように，露地野菜を主作とすればどの作目を生産するにせよかなりの価格変動に直面する．例として，キャベツ・サトイモ・バレイショについて市場別の月平均価格を示す．第 4・5・6 図にみるよ



第 4 図. 鹿児島県産キャベツの市場別月平均価格（1973～79 年）.



第 5 図. 鹿児島県産サトイモの市場別月平均価格（1973～79 年）.

第 6 表.　生産プロセス収益係数の変動（単位：万円）.

年次	アクティビティ									
	水稲	水稲＋イタリアンライグラス	ローズグラス＋ソルゴー	初夏まきダイコン＋露地キヌサヤエンドウ	普通バレイショ＋露地キヌサヤエンドウ	普通バレイショ＋抑制インゲン	初夏まきダイコン＋抑制インゲン	早熟カボチャ＋抑制インゲン	早掘りカンショ＋抑制インゲン	普通サトイモ＋抑制インゲン
1973	6.7167	3.5149	3.7518	31.6487	33.1061	1.5393	0.0819	5.0480	7.6806	10.0184
1974	7.1815	6.2841	3.5792	44.1796	45.5629	27.5714	26.1881	34.0200	30.6910	22.3857
1975	7.6097	6.1445	6.8630	49.3246	51.1413	23.3893	21.5726	36.6930	27.9306	96.8967
1976	6.0702	4.5714	2.9720	33.8108	40.0161	13.9146	7.7093	15.4534	28.8096	43.2375
1977	7.0080	5.6048	5.7757	22.1000	34.8672	11.8347	−0.9325	21.8759	15.9814	151.0536
1978	6.7326	4.9154	5.1705	50.5379	51.0837	7.8786	7.3328	17.9550	6.5350	28.2173
1979	5.7281	3.9740	6.1068	80.8598	89.9308	40.4922	46.4212	36.7742	43.4326	50.7448
平均収益	6.7210	5.0013	4.8884	44.6373	49.3869	18.0886	15.4819	23.9742	23.0087	57.5149
標準偏差	0.6447	1.0625	1.4679	18.9865	19.2444	13.2577	17.0410	12.2336	13.4768	49.8280
最高収益	7.6097	6.2841	2.9720	80.8598	89.9308	40.4922	49.4212	36.7742	43.4326	151.0536
最低収益	5.7281	3.5149	6.8630	22.1000	33.1061	1.5393	−0.9325	5.0480	6.5350	10.0184
出荷先				鹿児島 東京	大阪 東京	大阪 福岡	鹿児島 福岡	東京 福岡	東京 福岡	大阪 福岡

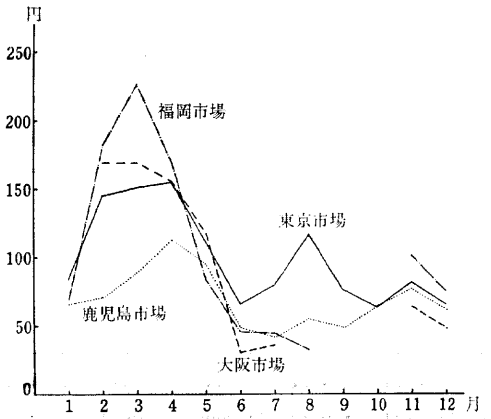
年次	アクティビティ									
	普通バレイショ＋青果用カンショ	早熟カボチャ＋秋バレイショ	早掘りサトイモ＋露地キヌサヤエンドウ	陸稲＋秋まきダイコン	春まきキャベツ＋加工ダイコン	初夏まきダイコン＋ハクサイ	夏まきダイコン＋ハクサイ	春まきキャベツ＋夏まきニンジン	早掘りカンショ＋晩夏まきキャベツ	肉用牛
1973	−1.4363	3.1788	51.8978	10.4952	23.7066	1.9871	13.5726	6.4170	5.8114	23.1435
1974	6.9374	12.6706	66.1598	12.4240	25.2707	7.4822	5.7181	8.7227	21.5872	8.8040
1975	8.7689	22.3942	77.6367	14.2924	31.7853	10.5726	9.8670	17.0175	4.6908	19.4789
1976	14.0093	13.1727	72.3905	19.7922	25.0580	9.1515	14.8428	15.8428	23.7190	11.7473
1977	13.5669	43.5539	66.4550	10.7972	24.9652	2.9070	15.9817	6.8440	27.9610	14.0374
1978	10.7576	36.7063	64.7300	7.1683	29.7834	9.0677	8.1857	8.2015	6.9871	11.2006
1979	12.8659	21.6095	101.1768	19.2016	32.7651	15.2824	1.3565	22.9096	10.8137	12.9322
平均収益	9.3528	21.9057	71.4924	13.4530	27.6192	8.0644	9.9321	12.2793	14.5100	14.4777
標準偏差	5.4212	14.1532	15.2928	4.6600	3.7181	4.5513	5.2965	6.3422	9.6450	5.0510
最高収益	14.0093	43.5539	101.1768	19.7922	32.7651	15.2824	15.9817	22.9096	27.9610	23.1435
最低収益	−1.4363	3.1788	51.8978	7.1683	23.7066	1.9871	1.3565	6.4170	4.6908	8.8040
出荷先	大阪 福岡	東京 福岡	大阪 東京	鹿児島	鹿児島 契約	鹿児島 鹿児島	鹿児島 鹿児島	鹿児島 鹿児島	東京 大阪	

うに市場別にかなりの価格差が見られる．年間変動の大きさがわかる．また，月ごとの変動もきわめて大きい．他の露地野菜についても同様である．同一作目を生産しつづけていれば数年に1度は大きな収益を得ることができるわけだが，農家の効用としては一定の収益を確保しながら最低の危険負担ですむような経営計画が必要である．

つぎに，最適作付計画の策定のためにはそれぞれの作目から得られる収益の計測が必要である．鹿児島からの出荷量の多い東京・大阪・福岡・鹿児島の各中央

第 7 表.　生産プロセス収益

水稲	水稲＋イタリアンライグラス	ローズグラス＋ソルゴー	初夏まきダイコン＋露地キヌサヤエンドウ	普通バレイショ＋露地キヌサヤエンドウ	普通バレイショ＋抑制インゲン	初夏まきダイコン＋抑制インゲン	早熟カボチャ＋抑制インゲン	早掘りカンショ＋抑制インゲン	普通サトイモ＋抑制インゲン
1.3138	0.3998	0.4155	−1.5025	1.7917	0.2982	1.1343	2.2448	1.5854	13.1521
	1.1075	0.4246	1.9364	2.0027	3.3111	1.6122	6.9422	2.1646	22.1960
		1.6553	3.9448	3.9812	3.1661	3.6374	6.5800	0.6562	30.0113
			254.9954	191.8718	122.7793	196.5301	91.3143	104.7689	−349.6987
				208.8192	124.9114	186.7371	89.4938	114.1800	240.1900
					149.9020	159.2287	108.4655	126.7814	22.6952
						253.4221	126.6409	150.3463	189.8589
							135.8139	96.4035	105.4502
								168.4773	8.4758
									2272.6906



第 6 図. 鹿児島県産バレイショの市場別月平均価格（1973〜79 年）.

卸売市場で形成される価格が，鹿児島の生産者収益にどの程度影響を及ぼしているかを計測する．しかしながら，計画地域の出荷資料が得られないため各卸売市場の統計資料から鹿児島県出荷分の資料を代用した．

計画されている作目作型別に収益額とその変動を計測した．計測式は以下のとおりである．

$$R_{ij} = \left(Q_i \cdot \frac{P_{ij}}{dp_i}\right)(1-r) - \frac{c_{ij}}{dcp} \qquad (3\cdot2)$$

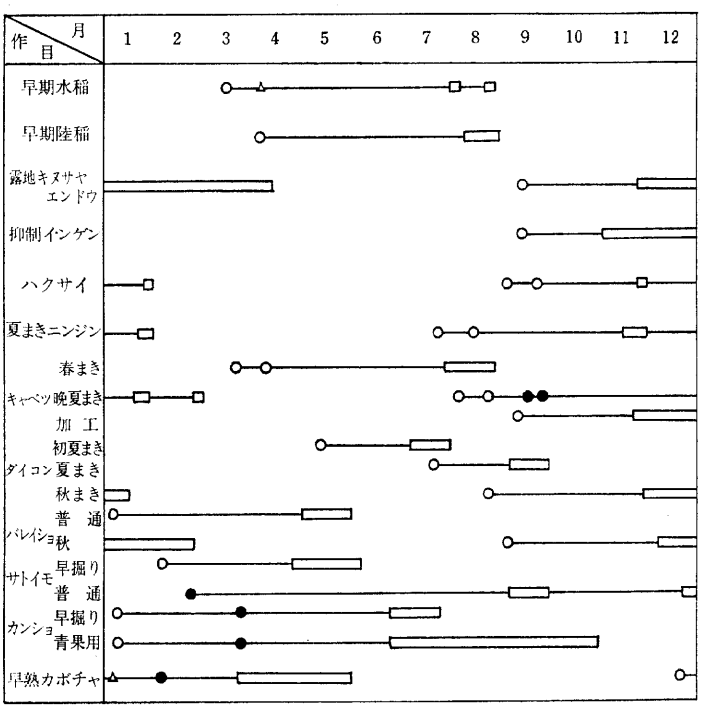
ただし，R_{ij}: i 作目の j 市場へ出荷した場合の収益（万円/10 a），Q_i: i 作目の 10 a 当たり収益（kg/10 a），P_{ij}: i 作目の j 市場での卸売価格（円/kg），r: 手数料率，C_{ij}: i 作目の j 市場への鹿児島からの流通経費（運賃＋容器代）＋i 作目の経営費（万円/kg），dp_i: i 作目の卸売価格指数（1975 年＝100.0），dcp: 農業生産資材総合価格指数（1975 年＝100.0）．鹿児島から東京市場への輸送費は 25 円/kg，大阪市場へは 23 円/kg，福岡市場へは 17 円/kg，鹿児島市場へは 5 円/kg，いずれもトラック輸送費である．

最適作付計画の策定を市場への対応から進めるのは，需要側からの情報を十分に取り込んだ計画を得るためである．価格変動はまた収量変動をも陰伏的に含んでいる．

作目作型別に市場別収益の流れを計測し，平均収益とその変動係数から最適出荷先を決定できる．第 6 表にその出荷先を示した．アクティビティ（作目）の上段と出荷先の上段とが対応する．第 6 表の各アクティビティは，第 7 図に示した計画地域の作付体系ごとに

係数の共分散行列.

普通バレイショ＋青果用カンショ	早熟カボチャ＋秋バレイショ	早掘りサトイモ＋露地キヌサヤエンドウ	陸稲＋秋まきダイコン	春まきキャベツ＋加工ダイコン	初夏まきダイコン＋ハクサイ	夏まきダイコン＋ハクサイ	春まきキャベツ＋夏まきニンジン	早掘りカンショ＋晩夏まきキャベツ	肉用牛
0.2853	4.1105	1.0662	1.2201	0.4435	0.2543	0.1507	0.8445	0.3484	0.0119
1.8340	5.8358	0.7210	0.6908	0.5123	0.3534	0.3041	0.4598	2.8573	1.9696
0.6203	4.7630	3.6689	0.9814	2.2242	0.4946	0.7656	1.1868	4.8680	2.8175
19.2112	94.1947	112.6809	21.0861	31.2060	42.0757	62.0566	51.8538	80.0810	3.7683
14.6793	87.6772	116.7655	26.2351	25.9203	36.5363	53.8155	51.5935	−50.2092	5.3934
5.8328	−46.5305	107.5897	28.3187	16.5533	29.1731	−38.9876	42.4626	1.2984	12.0108
3.8779	82.2770	136.3951	32.7072	26.1203	42.0543	59.7277	56.7174	31.5782	9.7655
9.3090	1.5758	84.0773	14.0604	19.0099	24.0028	31.6800	30.1760	−1.9313	11.3401
13.8660	63.4606	117.6204	42.5159	12.3377	30.7236	29.4192	52.1133	18.7814	12.8029
74.6483	301.8212	3.6028	9.3366	10.6850	57.9921	107.0595	25.5299	155.5757	42.7118
11.1569	6.8728	4.8539	5.6655	2.0876	0.8073	5.3310	2.6785	20.0800	6.4975
	107.8558	−57.4978	28.0751	5.4636	20.7852	21.3323	33.9819	21.7787	0.3016
		127.3135	34.7108	17.6543	28.9882	27.9655	50.5467	12.7624	2.3872
			20.8425	1.6528	8.7352	2.6673	18.8838	7.8518	−0.9367
				8.6863	6.9537	7.7570	8.6852	18.2294	3.7422
					13.2861	10.9987	15.1091	11.5638	1.7740
						24.1527	10.1578	16.9824	4.2053
							31.5091	11.7165	3.6313
								92.5364	22.1717
									19.6878



注) ○播種 △移植 ● 定植 ▭ 収穫

第 7 図. 計画地域の作付体系.

第 8 表. 経　　営

資源	水稲	水稲＋イタリアンライグラス	ローズグラス＋ソルゴー	初夏まきダイコン＋露地キヌサヤエンドウ	普通バレイショ＋露地キヌサヤエンドウ	普通バレイショ＋抑制インゲン	初夏まきダイコン＋抑制インゲン	早熟カボチャ＋抑制インゲン	早掘りカンショ＋抑制インゲン	普通バレイショ＋抑制インゲン	普通バレイショ＋青果用カンショ
							アクティ				
平均収益	6.7210	5.0013	−4.8884	44.6373	49.3869	18.0886	15.4819	23.9742	23.0087	57.5149	9.3528
水田	1.0	1.0									
畑			1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1月労働		3.4			38.0	8.0		108.0	21.0		32.0
2月労働	2.0	5.7			32.0	32.0		28.0	4.0	44.0	16.0
3月労働	6.0	6.0			12.0	12.0		69.0	4.0		18.0
4月労働	15.0	15.0	2.0		14.0	14.0		74.0	23.0	6.0	51.0
5月労働	4.0	4.0	5.3	54.0	28.0	28.0	54.0	48.0	5.0	3.0	5.0
6月労働	5.5	5.5	4.6	41.0			41.0	46.0	20.0	5.0	20.0
7月労働	2.5	2.5	2.5	98.0	5.0		93.0		80.0	7.0	80.0
8月労働	26.0	26.0	8.0	33.0	33.0				80.0	50.0	80.0
9月労働	5.0	7.7	4.5	19.0	19.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	4.0
10月労働		5.5	3.5	284.0	284.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	4.0
11月労働		8.0		253.0	253.0	162.0	162.0	169.0	169.0	162.0	14.0
12月労働		4.9		303.0	303.0	106.0	106.0	120.0	120.0	106.0	18.0
DCP	−0.04	−2.36	−2.27						−1.00		−1.52
TDN	−1.32	−9.43	−14.19						−11.75		−18.08
厩肥		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

資料）鹿児島県農政部『作目別収益性標準（改訂版）』1980年　を鹿児島県根占農業改良普及所の方々

年間2作の土地利用に調整したものである．計画地域において，畑地灌漑後に作付可能な組み合わせである．収益変動はきわめて大きいことがわかる．第7表は，第6表の収益の流れの共分散行列であり，リスク・プログラミング・モデルにおいて不安定性を表わす測度になる．なお，共分散行列の計測の際，収益変動の傾向値を除いている．収益変動から上昇・下向傾向を除去し，純粋に収益変動のみを不安定性の測度としている．

第8表は，線型計画法のためのシンプレックス表である．【耕地資源制約量は，水田 30 a，畑地は現状の 50 a から拡大計画規模の 2.0 ha までパラメトリックに変化させる．労働力は計画の 2.5 人とし，2.5（人）×8.0(時間)×27（日）＝540.0（時間）で労働力利用に余裕を持たせている．当計画地域においては，有機質の補充として厩肥を 10 a 当たり 2 t 程度投下しているから，シンプレックス表もそれに応じた型式となつている．飼料作は，水田裏作にイタリアンライグラス，畑地にローズグラスとソルゴーを作付している．

Ⅳ 計 測 結 果

線型計画モデルにおいて平均収益係数を用いてシンプレックス表を解けば第9表に示す結果が得られる．計画された目標拡大規模 2.5 ha までの拡大は計画されず，現在の技術と資源制約量の下では水田 30 a，畑地 124 a，肉用牛 3.5 頭で総収益が 356 万円が限界経営規模となる．冬作が中心に計画され冬期には労働力は完全に利用されるが，反対に夏作は不十分であり有利な作目の拡充が必要となる．冬場の労働力不足が規模拡大のネックとなつており，雇用労働力を利用するか省労働力技術の採用によらなければ規模拡大は困難である．干天の続く冬期において労働力・栽培技術・水利用等の克服が発展の鍵となろう．

作付作目の構成は第9表のとおりだが，計画規模の

概　況.

ビ テ ィ									関係	資源制約量	単位
早熟カボチャ＋秋バレイショ	早掘りサトイモ＋露地キヌサヤエンドウ	陸稲＋秋まきダイコン	春まきキャベツ＋加工ダイコン	初夏まきダイコン＋ハクサイ	夏まきダイコン＋ハクサイ	春まきキャベツ＋夏まきニンジン	早掘りカンショ＋晩夏まきキャベツ	肉用牛			
21,9057	71,4924	13,4530	27,6192	8,0644	9,9321	12,2793	14,5100	14,4777			
									≦	3.0	10a
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		≦	5.0～20.0	10a
108.0	84.0	46.0	17.0	19.0	19.0	46.0	26.0	8.9	≦	540.0	時間
28.0	4.0		8.0			4.0	48.0	7.4	≦	540.0	時間
69.0	1.0	4.0	7.0			7.0	23.0	9.0	≦	540.0	時間
74.0		15.5	34.0			34.0	5.0	7.6	≦	540.0	時間
48.0	38.0	3.0	34.0	54.0		34.0	20.0	9.0	≦	540.0	時間
46.0	100.0	7.0	9.0	41.0		9.0	80.0	7.6	≦	540.0	時間
	21.0	2.0	31.0	93.0	54.0	41.0	93.0	8.6	≦	540.0	時間
32.0	33.0	48.0	61.0	10.0	51.0	73.0	20.0	8.1	≦	540.0	時間
34.0	19.0	32.0	24.0	45.0	138.0	32.0	15.0	8.1	≦	540.0	時間
4.0	284.0	34.0	20.0	13.0	13.0	34.0	36.0	9.1	≦	540.0	時間
24.0	253.0	40.0	36.0	17.0	17.0	40.0	20.0	8.0	≦	540.0	時間
49.0	303.0	49.0	53.0	34.0	34.0	49.0	14.0	8.8	≦	540.0	時間
		−0.03					−1.00	1.52	≦	0.0	100kg
		−0.67					−11.75	19.80	≦	0.0	100kg
2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	−8.50	≦	0.0	1,000kg

の意見を参考にして改良した.

第 9 表.　線型計画法による規模別作付計画と総収益・標準偏差（平均収益係数）.

作　　日	畑面積（単位：10a）		
	5	10	15
水　稲			3.00
水　稲＋イタリアンライグラス	3.00	3.00	
ローズグラス＋ソルゴー			1.01
普通サトイモ＋抑制インゲン	2.63	1.51	1.61
普通バレイショ＋青果用カンショ	0.50		
早熟カボチャ＋秋バレイショ		0.22	2.52
春まきキャベツ＋加工ダイコン	1.87	4.50	2.94
早掘りカンショ＋晩夏まきキャベツ		3.77	4.28
肉　用　牛	1.88	3.67	3.46
総　収　益（単位：万円）	250.02	338.57	356.26
標　準　偏　差（単位：万円）	130.00	105.73	126.14

拡大により飼料作（ローズグラス，ソルゴー）が計画に入つてくる．総収益は規模拡大の割合程には増加しない．肉用牛飼養は約3頭で現在の飼養規模と変わりはない．

第 10 表. 整数計画法による規模別作付計画と総収益・標準偏差（平均収益係数）.

作目	畑面積（単位：10a）		
	5	10	15
水稲	2.0	2.0	1.0
水稲＋イタリアンライグラス	1.0	1.0	2.0
普通サトイモ＋抑制インゲン	3.0	2.0	1.0
普通バレイショ＋青果用カンショ	2.0	1.0	
早熟カボチャ＋秋バレイショ		3.0	2.0
春まきキャベツ＋加工ダイコン		1.0	4.0
早掘りカンショ＋晩夏まきキャベツ		3.0	4.0
肉用牛	2.0	3.0	3.0
総収益（単位：万円）	239	325	333
標準偏差（単位：万円）	149.50	137.56	95.96

第 11 表. 2次計画法による目標総収益の下での最適作付計画と標準偏差（水田 30a，畑 1.0 ha・1.5 ha，平均収益係数）.

作目（単位：10a，又は頭）	目標総収益（単位：万円）					
	150	200	250	300	338	356
水稲	2.95	2.98	3.00	0.32		2.09
水稲＋イタリアンライグラス	0.05	0.02		2.68	3.00	0.91
ローズグラス＋ソルゴー						1.24
普通サトイモ＋抑制インゲン				0.01	1.40	1.55
普通バレイショ＋青果用カンショ	0.75	1.14	1.68			
早熟カボチャ＋秋バレイショ	0.32	0.51	0.42	0.87	0.21	2.50
早掘りサトイモ＋露地キヌサヤエンドウ	0.62	0.91	0.78	0.40	0.06	
春まきキャベツ＋加工ダイコン	2.21	2.71	4.50	5.63	4.56	2.91
早掘りカンショ＋晩夏まきキャベツ				2.68	3.75	4.24
肉用牛	0.91	1.24	1.74	2.89	3.65	3.98
標準偏差（単位：万円）	14.90	20.04	25.71	50.98	101.16	124.66

注）目標総収益 338 万円は畑面積 1.0 ha の下での目標総収益．目標総収益 356 万円は畑面積 1.5 ha の下での目標総収益である．

整数計画法を用いた，より実用的な計画は第 10 表に示した．整数解を求めるために追加された条件のため，線型計画法の計画より総収益は減少する．

リスク・プログラミング・モデルを用いて，目標総収益を最高限界総収益からより安定性を求めて目標を下げていつた計画を第 11 表に示す．いずれの畑地規模においても，最高限界総収益からパラメトリックに目標を下げていつた．普通サトイモ，抑制インゲンの最も収益変動の大きな作目が計画から除かれる．そのため，わずかな収益減少の代わりに大きな安定性のある計画を得ることができる．

第 1・2・3・4 表と比較して，現在の営農形態から畑地灌漑による作付多様化とその増収益効果はより明らかであろう．現在と同程度の規模においても 1.3 倍から 1.5 倍程度の増収益効果があることがわかる．

いかに高収益で不安定性の小さい作付計画を策定するかが問題である．第 12・13 表に各規模ごとの総括表を示す．それぞれの作付計画を，1973～79 年の実際の収益係数を用いて比較評価できるようになつている．同じ平均収益係数での線型計画解とリスク・プログラミング・モデルの解とは，総収益の標準偏差がわずかな値しか違わない．最高限界総収益を目標総収益としてリスク・プログラムを解いたため，選択される作目は限られたものになるわけだが，危険回避行動の

第 12 表. 水田 30 a，畑地 1.0 ha の下での計画法，計画規準別平均総収益とその変動.

作目（単位：10 a 又は頭）	計画 平均収益係数 線型計画	平均収益係数 リスク・プログラミング	最高収益係数 リスク・プログラミング	最低収益係数 リスク・プログラミング
水稲			2.80	2.22
水稲＋イタリアンライグラス	3.00	3.00	0.20	0.78
普通サトイモ＋抑制インゲン	1.51	1.40	2.12	
普通バレイショ＋青果用カンショ			0.22	
早熟カボチャ＋秋バレイショ	0.22	0.21	3.75	
早掘りサトイモ＋露地キヌサヤエンドウ		0.06		5.89
春まきキャベツ＋加工ダイコン	4.50	4.56		3.28
早掘りカンショ＋晩夏まきキャベツ	3.77	3.75	2.81	2.46
肉用牛	3.67	3.65	3.93	0.52
平均総収益（単位：万円）	338	338	324	204
標準偏差（単位：万円）	97	92	165	28
下限総収益（単位：万円）	144	154	−6	248

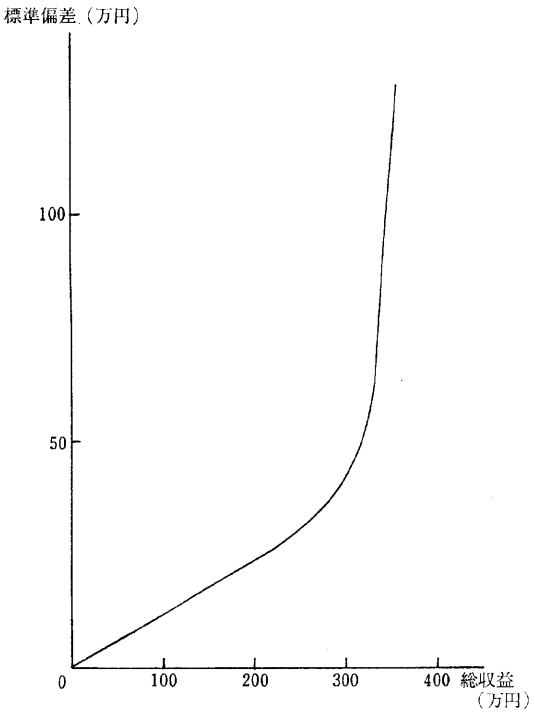
第 13 表. 水田 30 a，畑地 1.5 ha の下での計画法，計画規準別平均総収益とその変動.

作目（単位：10 a 又は頭）	計画 平均収益係数 線型計画	平均収益係数 リスク・プログラミング	最高収益係数 リスク・プログラミング
水稲	3.00	2.09	2.99
水稲＋イタリアンライグラス		0.91	
ローズグラス＋ソルゴー	1.01	1.24	5.28
普通サトイモ＋抑制インゲン	1.61	1.55	1.99
普通バレイショ＋青果用カンショ			1.13
早熟カボチャ＋秋バレイショ	2.52	2.50	3.30
春まきキャベツ＋加工ダイコン	2.94	2.91	0.04
早掘りカンショ＋晩夏まきキャベツ	4.28	4.24	3.27
肉用牛	3.46	3.98	6.95
平均総収益（単位：万円）	356	356	341
標準偏差（単位：万円）	126	123	148
下限総収益（単位：万円）	104	110	45

結果作付作目の増加と面積割合の違いがみられる．又，収益係数に最高収益係数と最低収益係数を用いて，同様のプロセスで作付計画を求め比較できるようにしている．最高収益係数を用いて設計した計画は，実際には平均収益係数を用いた計画よりも総収益が低くなることが計算された．反対に，最低収益係数を用いて不安定性の小さいより安定した収益を目標とした計画については，きわめて安定性があり総収益もそれ程低くはない計画が得られた．

各畑地規模での最高限界総収益を目標とせずに，より安定性を選好することによりわずかな収益減の代わりに大きな安定性のある計画が得られる．これは各規模ごとのクリティカル・ラインが第 8 図のように大きな凸関数の型を持つているためである．どの目標総収益を農業経営者が選好するかは一意的に確定できないが，目標を所与のものとすればそれに応じた合理的な作付計画が得られる．

第 14 表に II 章において述べた完全に無知な状況下



第8図. 水田 30 a，畑地 1.5 ha 規模の下でのクリティカル・ライン.

での決定基準として農業経営者の意思をある程度表わすと思われるサベジ基準による作付計画を示す．この後悔第一主義による作付計画は，平均収益係数を用いたリスク・プログラミング・モデルによる計画と最高収益係数を用いたリスク・プログラミング・モデルによる計画の中間的なものになる．計画された作付作目は平均収益係数を用いた計画に近く，実用的な規模の作付面積が計画されている．しかしながら，収益変動の激しい作目を選択しているため不安定性をはらんだ作付計画になつている．

第 12・13 表に示した下限総収益は，平均総収益からその標準偏差の 2 倍を差し引いたものであり，総収益は正規分布することを仮定しているから，確率的には 97.7 %の信頼度を持つて下限総収益以上の額が期待される．この額以下の総収益しか得られないのは約 44 年に 1 回ということになる．

露地野菜の価格は大きく変動するので，以上の計画を実施に移す際できるだけ危険の小さい安定性のある作付計画から開始し，漸次畑灌効果のあるより高収益な作目を経営に取り入れてゆくのが有効で安全な開発計画になるだろう．本稿のこの作付計画においては，最低収益係数を用いた危険を極力避けた計画から平均

第 14 表. サベジ基準からみた水田 30a，畑地 1.0 ha の下での最適作付計画.

最適作付の種類	面積（単位：10a 又は頭数）
水稲＋イタリアンライグラス	3.00
普通サトイモ＋抑制インゲン	1.72
早熟カボチャ＋秋バレイショ	1.74
春まきキャベツ＋加工ダイコン	1.99
早掘りカンショ＋晩夏まきキャベツ	4.55
肉用牛	4.13

発生型	収益	リグレット
1973 年型	202.48 万円	72.21 万円
1974 年型	264.26	40.60
1975 年型	389.10	28.99
1976 年型	317.28	12.78
1977 年型	587.28	72.16
1978 年型	264.58	60.05
1979 年型	304.58	34.68

収益係数を用いた計画へ，技術が向上し，より資本蓄積も進めば，より高収益な本稿では対象としなかつた新作目の導入も可能となつてこよう．

V 要　　約

本稿は，畑地灌漑に伴う作付作目の多様化に関連して，今後の農業経営改善に役立てるため農産物価格の不安定性を考慮した農家の最適作付計画をリスク・プログラミング・モデルを用いて策定したものである．

作付計画の策定を出荷計画から始め，収益変動を東京・大阪・福岡・鹿児島の各中央卸売市場の鹿児島県産野菜の価格から流通経費・経営費等を差し引いて計測した．各市場別の平均収益とその変動係数から最適出荷市場を定め，線型計画モデル，リスク・プログラミング・モデルの必要とする収益係数と収益共分散行列を計測した．まず，線型計画モデルにより不安定性に無関心な作付計画とその最高限界総収益を求め，リスク・プログラミング・モデルによりその最高限界総収益を目標とし，しかも最小の不安定性しか持たない作付計画を求めた．ついで，最高限界総収益よりは低くても不安定性の小さいより安定した総収益を目標とし，パラメトリックに目標総収益を下げて作付計画を求めた．

計測された作付計画から，畑地灌漑による作付作目の多様化はかなりの効果を示した．現況と同規模の経営面積を仮定しても 1.3 倍から 1.5 倍の総収益を期待

できる計画が策定できた.

農業経営計画を策定する際，将来の予知できない状況を不確実性としてとらえるか危険として生起確率を用いて確実性の中でとらえるか問題の残るところである．実際上将来を完全に予測することは困難である．本稿では完全に無知な状況下での決定基準として農業経営者の意思をある程度表わしている，誤まつた決定からの損失を最小にするサベジ基準とある程度情報を収集して部分的に無知な状況下で決定を行なうリスク・プログラミング・モデルによる計画との比較を行なつた．その結果，サベジ基準による計画は収益係数に過去の最高収益係数と平均収益係数を仮定したリスク・プログラミング・モデルとの間に位置する計画が得られた．サベジ基準による計画は，計画作目の中の最も収益変動の大きな作目を中心とした計画を選んでおり，十分に考慮すべき計画基準であるがそれがこの基準の限界といえる．情報の量と精度を拡充することにより，経営者の期待する最適な経営計画の策定が可能となろう.

文　　献

Arrow, K. J. 1970 *Essays in the Theory of Risk-Bearing*. North-Holland, Amsterdam

Freund, R. J. 1956 The introduction of risk into a programming model. *Econometrica*, **24**: 253-263

Hazell, P. B. R. 1971 A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning under uncertainty. *Amer. J. Agr. Econ.*, **53**: 53-62

Heady, E. O. 1958 *Linear Programming Methods*. The Iowa State College Press, Iowa

今村幸生 1966 農業経営設計の理論と応用—(II) リスク・プログラミングによる農業経営設計．農業技術研究所報告H, **35**: 79-112

川口雅正 1973 農業の経営戦略．明文書房，東京

川野重任監訳 1962 E. O. ヘディ：現代農業経済学．春秋社，東京

Kay, R. D. 1981 *Farm Management, Planning, Control, and Implementation*. McGraw-Hill, New York

小島政和 1981 相補性と不動点—アルゴリズムによるアプローチ．産業図書，東京

丸山義皓・R. フロイント 1967 予測，不安定性，生産計画—統計的手法及び非線型計画法の総合的利用．農業経済研究，**39**: 1-12

永木正和 1977 野菜の価格と市場対応．明文書房，東京

奥隅栄喜訳 1959 F. H. ナイト：危険・不確実性および利潤．文雅堂銀行研究社，東京

酒井泰弘 1982 不確実性の経済学．有斐閣，東京

鈴木忠和・武藤和夫・森島 賢 1978 野菜の価格形成．明文書房，東京

鈴木雪夫監訳 1969 H. M. マーコビッツ：ポートフォリオ選択論—効率的な分散投資法．東洋経済新報社，東京

Stabler, M. J. 1975 *Agricultural Economics and Rural Land-Use*. Macmillan, London

土屋圭造 1970 農業経済学．東洋経済新報社，東京

Summary

In farm management planning, decisions under imperfect knowledge are often inescapable, yet decision must be taken. Crops are planted without perfect knowledge of weather or markets, unpredictable economic or political events may occur.

This article studied on cropping planning under price uncertainty, connected with diversification of cropping with the upland irrigation developing project in southern area of the Osumi Peninsula of Kagoshima Prefecture in Japan. In this area main type of farming is mixed farming of rice, vegetable and beefcalf production, and each farm scale is very small, and farmers are very old. Farmers did not expect to increase their income, because of the failure of replantation occurred in his upland. The purpose of this project is to promote the vegetable production which is one of the main crop in this area. But vegetable prices are very fluctuating. For that reason this fluctuation must be considered for cropping plan in this area.

For making the cropping plan, we took the marketing research on wholesale prices of vegetables shipped from this area to Tokyo, Osaka, Fukuoka and Kagoshima Central Wholesale Markets, and then calculated farm income to each marketing case. The optimal marketing plan is made under consideration of an av-

erage income and its coefficient of variation. And for the Risk Programming Model, variance and covariance have been calculated from the income fluctuation of each crop.

The E-V (expected income-variance) criterion is attractive for farm planning. The Quadratic Programming Model, as developed as a useful method to consider uncertainty in farm planning.

The Quadratic Programming Model can be defined as follows.

Minimize $\sigma^2_{z^*}=\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} x_j D_{jk} x_k$,

subject to $a_{ij} x_j \leq b_i$ (for all $i=1$ to m),

$x_j \geq 0$ (for all $j=1$ to n),

and $\sum_{j=1}^{n} c_j x_j = z^*$,

where x=the level of the jth activity; c=the expected income of the jth activity; D=the covariance of income between the jth and kth activity; a=the technical requirements of the jth activity for ith resource or constraint; z^*= total income; $\sigma^2_{z^*}$=variance of total income; n=the number of activities; m=the number of constraints.

Using this criterion, we obtained the set of efficient cropping plans and suggested the farmer to make the final choice.

The results of this study can be summarized as follows:

(1) In this irrigation project, we made a plan with an attractive effects to farming in this area. This project make increase of farm income 1.3-1.5 times in comparision with actual type of farming.

(2) We compared the E-V criterion to the Game theoretic criterion, especially Savege criterion. Savege criterion was not suitable for optimal cropping planning to this area, because the most fluctuated crop was selected as a main crop in the optimal plan. Using the information of the marketing research to the E-V criterion, we found a more profitable and less fluctuant cropping plan than Savege criterion's plan.