琉球大学学術リポジトリ

地理情報システム(GIS)と数理計画手法による高度生産管理システム

メタデータ	言語: 出版者: 上野正実 公開日: 2009-09-02 キーワード (Ja): 地理情報システム　(GIS), サトウキビ生産, マッピング, 最適管理, 数理計画手法, モニタリング, 遺伝的アルゴリズム (GA), 衛生リモートセンシング キーワード (En): 作成者: 上野, 正実, 孫, 麗亜, Ueno, Masami メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/12307

遺伝的アルゴリズムによる大規模収穫の最適化

上野正実（琉球大学），大嶺政朗（北陸農試），
孫麗亜（琉球大学）

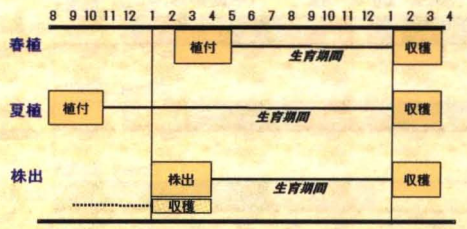
営農規模の拡大により，収穫順序や作付け手順などの作業体系の最適化が求められている．ここではサトウキビにおける，作型，品種および収穫手順などの最適な組み合わせを求め収益を最大化するため，遺伝的アルゴリズム（Genetic Algorithm）を適用した最適化手法の開発とシミュレーションを報告する．

収穫時期における収量および糖度を数理モデルで示した．この数理モデルと併せたGAによるシミュレーションによる解の収束は十分に速く，GA最適解は現状モデルや経験モデル，GAによる最悪解のなかで最も最大適応度が高くなった．また，収穫順序が適切でないと最大 5％の経済的損失が発生し，実際の収穫方法に改善の余地があることが明らかになった．収穫時期が早いほど収量は高くなり，収量で評価した適応度は増加する傾向が見られた．加えて，糖度も考慮すると適応度はピークのある曲線を示し，収穫最適日が存在することがわかった．品種の選択や栽培法の改善などにここで開発したシミュレーション法が利用できると考えられる．

遺伝的アルゴリズムによる大規模収穫の最適化

上野 正実 （琉球大学）
○大嶺 政朗 （北陸農業試験場）
孫 麗亜 （琉球大学）

サトウキビの作型について



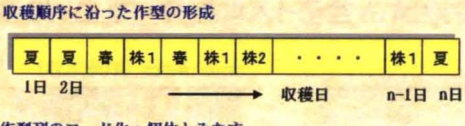
なぜ収穫順序の最適化が必要か？

- 収量、品質は収穫期でも変化するので収穫順序によって収益が異なる
- 作型や品種によってその変化に差がある
- 収穫時期によって次年の栽培開始がずれ次年の生産量および品質も変化する
- 収穫期と栽培開始時期が重なる→農繁期

収穫順序の最適化＝栽培計画の最適化

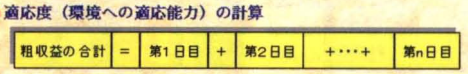
GAの原理：個体と適応度の計算

- 収穫順序に沿った作型の形成



- 作型列のコード化：個体とみなす

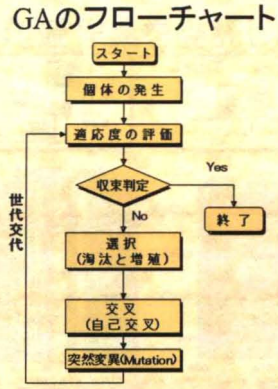
- 適応度（環境への適応能力）の計算



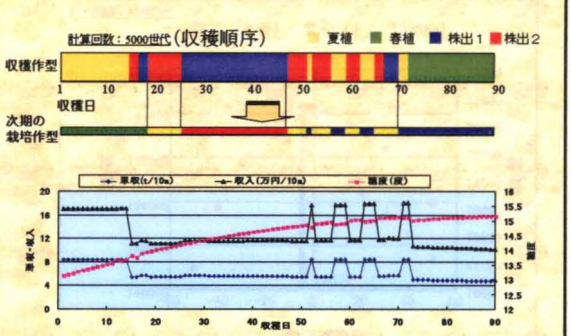
- 収穫順序を変えると適応度は変化

⇒ 組合せ最適化問題　組合せは，7.334×10^{90}通り

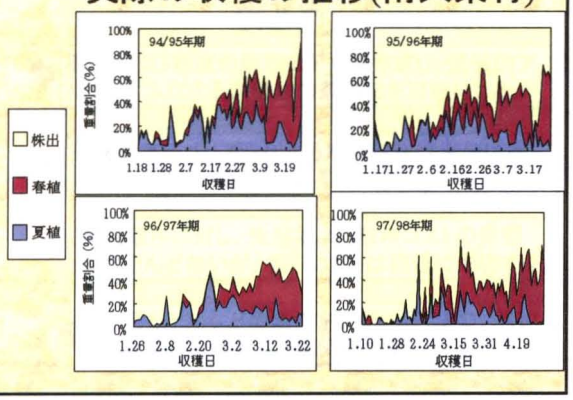
GAのフローチャート



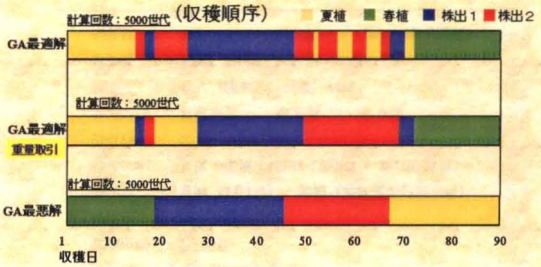
結果：GA最適解



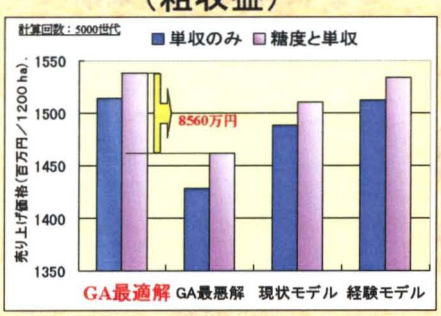
実際の収穫の推移(南大東村)



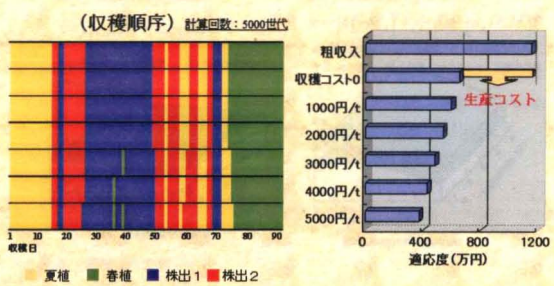
結果:GA解の比較



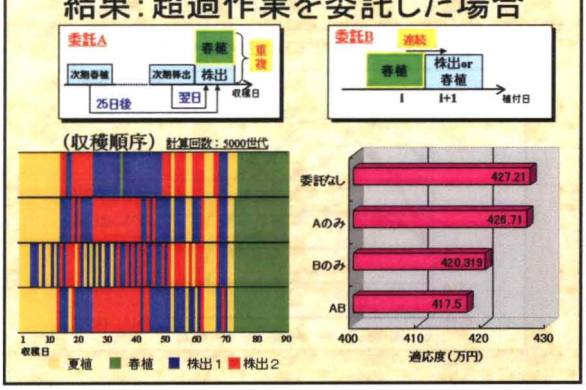
結果:各モデルの適応度の比較(粗収益)



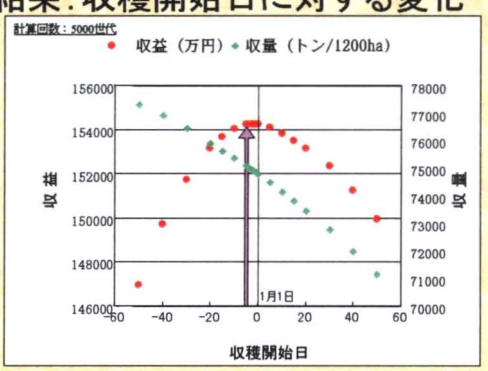
結果:生産・収穫コストを含んだ場合



結果:超過作業を委託した場合



結果:収穫開始日に対する変化



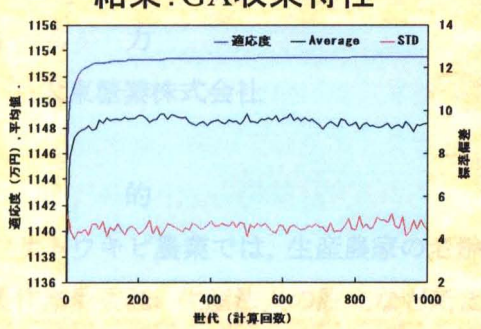
まとめ

- 収量および糖度の数理モデルを作成し，遺伝的アルゴリズムによる収穫法の最適化を可能にした。
- 遺伝的アルゴリズムによる解の収束は十分に速く，収穫手順などの解析に効果的である。
- 収穫順序に対し，生産および収穫コストの影響はほとんど無いが，委託コストは複雑に影響する。
- 数理モデルなどの条件を変更することで，他作物や品種の選択など実際の営農に利用できる。

計算条件

個体数　：　100　　世代数　：　5000（計算回数）
個体長　：　4進数（作型）×90桁（収穫日数）
適応度　：　収入（粗収入，純益，etc）
交叉方法：　自己交叉　　交叉率　：　0.062
選択法　：　エリート選抜法
作付比率：　夏植：春植：株出1：株出2 = 23:18:27:22
植付日　：　夏植（9月1日），春植（前収穫から25日後）
株出日　：　前作収穫の翌日
収穫開始日：1月10日
取引価格：品質取引制度に準ずる

結果：GA収束特性



収量と糖度の数理モデル

式１　新植の収量モデル

$$y=\bar{y}_s+\beta M+(\alpha_s+\bar{\alpha}M)T$$

M：新植における植付日　T：今期の収穫日
α，β：係数

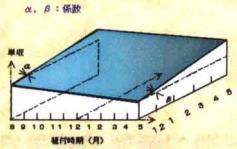


図１．新植の収量モデル立体図

式２　株出の収量モデル

$$y=\gamma(M-M_s)^2+y''_s-\delta m+(\alpha_s+\bar{\alpha}M)T$$

M：株出開始日　T：収穫日　m：株出回数
γ，δ，α：係数　M_s：株出ピーク日　y''_s：初期収量値

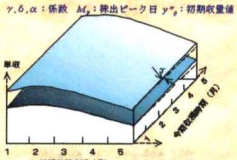


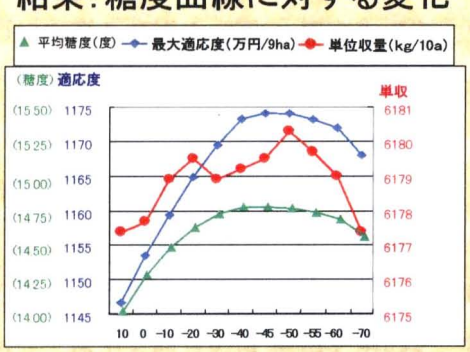
図２．株出の収量モデル立体図

式３　糖度モデル式

$$s=e(T-T_m)^2+S_m$$

T：収穫日　Sm：ピーク値　Tm:ピーク日　e:係数

結果：糖度曲線に対する変化



1. 課題の分類

農業機械部門（VI），機関番号 2，5

2. 研究課題名

遺伝的アルゴリズム（GA）による作型構成の最適化に関する研究

3. 期　　間

平成 12 年度

4. 予算区分

文部科学省科研費

5. 担　　当

琉 球 大 学 農 学 部　　上野正実・孫麗亜・小林学・川満芳信

6. 協　　力

大東糖業株式会社

7. 目　　的

サトウキビ農業では，生産農家の老齢化などによる急激な減産に伴って，機械化の推進，農作業受委託，生産法人の設立など新たな動きが生じている．また，農家単位だけでなく，あるまとまった地域全体を含む地域営農システムを対象として，作型や品種の構成を最適化することが求められている．これらはいずれも規模拡大もしくは大面積を前提としており，分散農地や作業量の増大に対して，いかに最適な栽培体系や作業手順などを決定するかが重要な課題である．このような課題では，作業，品種あるいは作型の組み合わせは膨大であり，従来の方法では最適解を求めることは困難であった．そこで，本研究では大量の組み合わせをもつ解の最適化に適している遺伝的アルゴリズムを用いて，地域全体の作型構成と収穫手順の最も適した組み合わせを求める方法を検討した．

8．研究の方法

遺伝的アルゴリズムとは，生物の進化と遺伝のメカニズムをモデル化して，問題解法に応用しようとするものである．ここでは，サトウキビの作型として，春植・夏植・株出 1 回目・株出 2 回目の 4 種類を用いた．圃場数 100 個を 1 単位（個体）とし，各圃場に作型を配置して遺伝子型を生成させ，次のアルゴリズムで最適解を求めた．

（1） 乱数を用いて200個の個体群の作型を決定する.

（2） それぞれの個体について適応度（単位面積当たりの収益）を算出する.

（3） 適応度の高い順に並べ替え，優れた適応度をもつ個体が生き残る確率を高くする.

（4） 個体間で交叉を行ない，新たな個体を発生させる.

（5） 個体群の最大適応度が平衡に達するまで，（2）以下の計算を繰り返す.

（6） 計算終了時に最も適応度の高かった個体を最適解とする.

なお，収穫順序の最適化に関しても同じような方法で解析を行った.

9. 結果の概要

（1）開発プログラムは解の収束も早く，作型構成の最適化に適用可能であることがわかった.

（2）作型構成の最適化問題では，夏植に関しては作付け面積を２倍に見積もって適応度を算出するのが妥当であることがわかった.

（3）南大東島の作型別単位収量，糖度，生産コストなどのデータに基づいてそれぞれのモデルを作成して適応度の評価を行ったところ，最適と判断される解の作型構成が得られた.

（4）収穫順序の最適化には，単位収量，糖度，生産コストだけでなく，収穫期間中の春植作業，株出管理作業との重複も合わせて考慮する必要があるので，これらを含めた最適化法を開発した.

（5）今後，品種の構成も含めたプログラムの開発と圃場の位置情報の組み込みが必要である.

10. 主要成果と具体的な数値

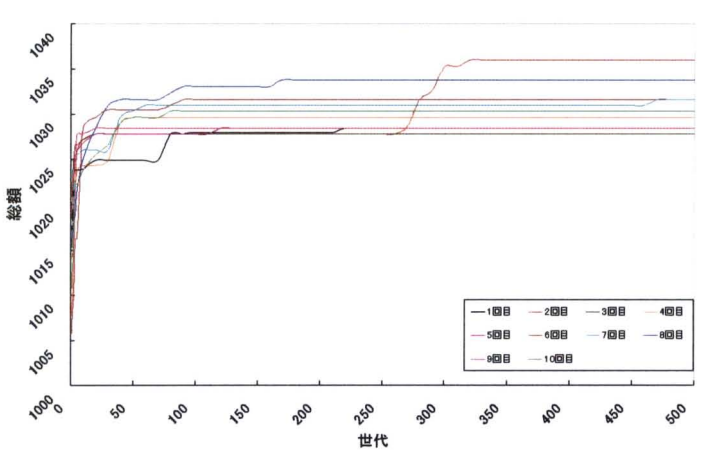


図１　解の収束

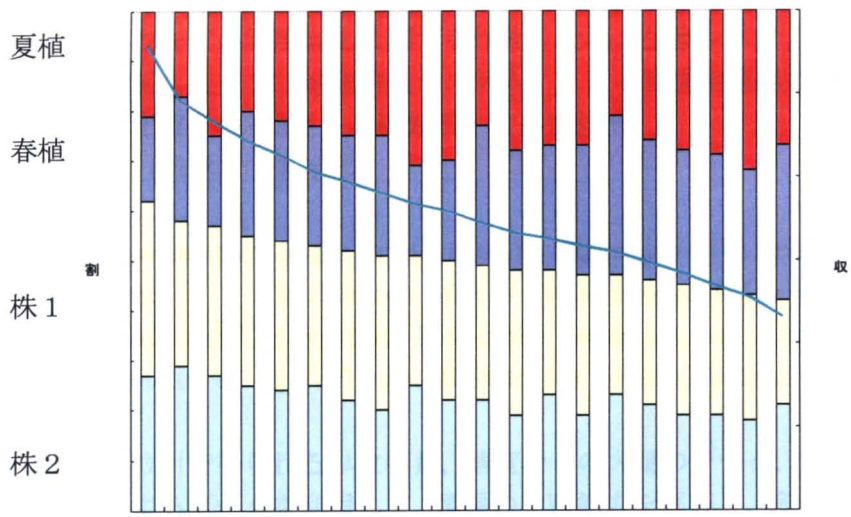


図２　作型の構成割合と適応度（収益）

11. 今後の問題点

収穫時期によって最適組み合わせが少し変化することがわかったので，収穫時期全体にわたる最適解の検討も必要である。

サトウキビの糖度向上に関する作物，土壌，生産システム学的研究
第５報．ＧＩＳ（地理情報システム）による圃場生産能力の評価
上野正実*・孫麗亜・川満芳信・渡嘉敷義浩
（琉球大学農学部）

サトウキビの糖度向上に関する作物，土壌，生産システム学的研究
第５報．ＧＩＳ（地理情報システム）による圃場生産能力の評価
上野正実*・孫麗亜・川満芳信・渡嘉敷義浩
（琉球大学農学部）

Improvement of Sugar Production in Sugarcane with Crop, Soil and System Science. Ⅴ. Evaluation of the field productivity using GIS.
Masami Ueno*, Liya Sun, Yoshinobu Kawamitsu and Yoshihiro Tokashiki
(Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus)

サトウキビの品質取引で得られる単位収量，糖度などの大量のデータ，および，定点圃場からのサンプリングによるデータを利用して，圃場の生産能力を評価し，多収で高品質なサトウキビを低コスト・低環境負荷で生産するための基礎研究を行った．圃場の生産能力の評価は土地に付随した各種情報の解析によって行うので，ＧＩＳ（地理情報システム）の利用が効果的である．本研究では，以前に作成した数値データ中心のデータベースをＧＩＳに展開し圃場生産能力を評価するシステムの開発を行った．

【方　　法】

南大東島および北大東島の 5,000 分の 1 地形図を基図として圃場数値地図を作成した．圃場単位の生産実績データとの結合に用いた位置情報の作成には 5,000 分の 1 地籍図を使用した．さらに，カラー空中写真を用いてモザイク写真を作成して補助的な画像情報として使用した．数値地図の作製および空間解析には ArcView ＧＩＳ Version3.0a を使用した．

【結果と考察】

（１）比較的少数の品質データ，蔗汁成分データ，土壌成分データであっても，点表示あるいはサーフェイス表示によって分布の特徴が視覚的に把握できた．特に，地域的な特徴が明瞭に解析できるようになった．さらに，すべての圃場の単位収量，糖度などをマッピングすることによってより精密な評価が可能になった．

（２）南大東島では，北区および新東区の幕上は土壌中の Na 含有量が高く，季節風や台風による飛来塩分の影響を受けやすいことがわかり，この地域の低単位収量，低糖度との関連が推察される．

（３）蔗汁中のＫ濃度と甘蔗糖度の間には弱い負の相関があるので，Ｋ濃度のマッピングを行ったところ甘蔗糖度の低い圃場では相対的にＫ濃度が高いことが地図上でも認められた．また，蔗汁中のＰ濃度は甘蔗糖度と弱い正の相関が認められ，地図上でも同様の傾向がみられた．

（４）甘蔗糖度と蔗汁成分あるいは甘蔗糖度と土壌成分の相互関係をマッピングして空間的な関係を解析し，圃場生産能力の評価に有効であることを示した．

（５）南大東島で特徴的な傾向を示す農家を抽出しマッピングを行うことによって，９年間の生産実績を評価するとともに問題点を明確にできることを示した．

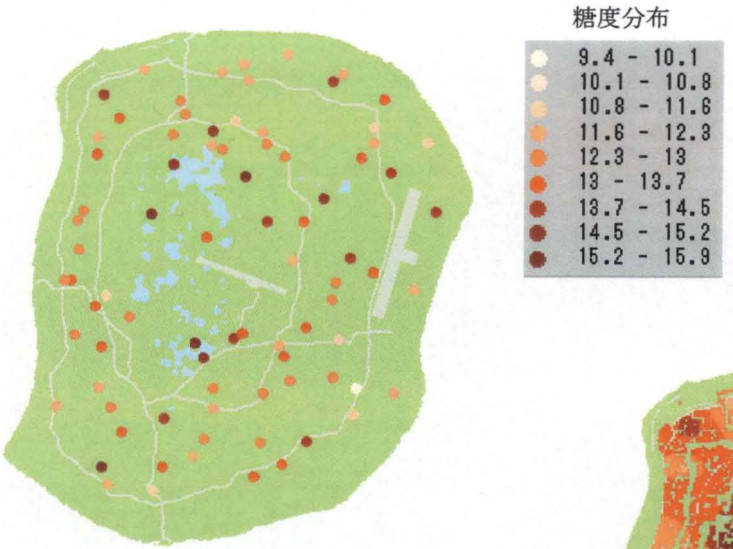


図 1　サンプル圃場の糖度(98 年期)

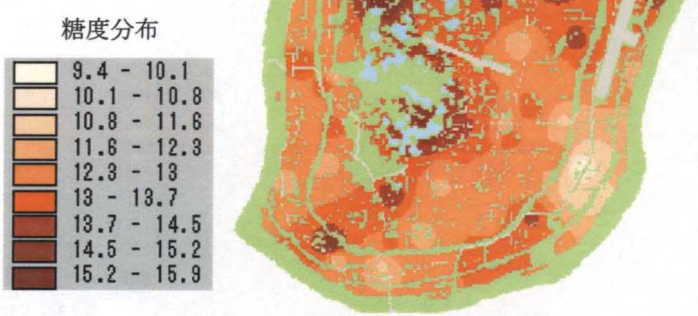


図 2　サンプル圃場の糖度サーフェス(98 年期)

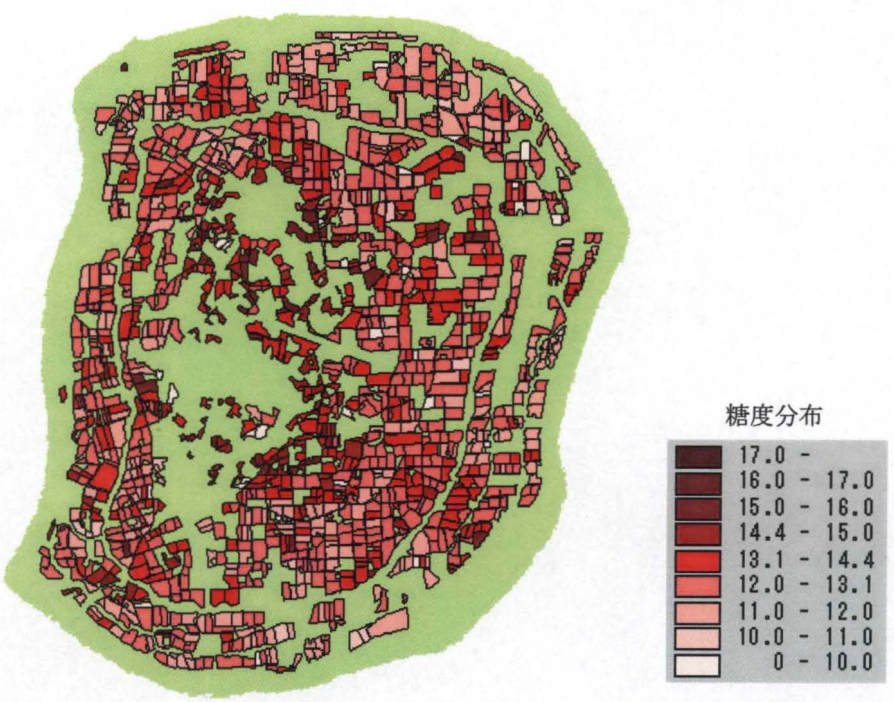


図 3　全圃場の糖度分布(98 年期)

サトウキビの糖度向上に関する作物，土壌，生産システム学的研究
第６報．ＧＩＳ（地理情報システム）の情報収集システムとしての衛星リモートセンシング

上野正実*・孫麗亜・川満芳信・前田建二郎
（琉球大学農学部）

サトウキビの糖度向上に関する作物，土壌，生産システム学的研究
第６報．ＧＩＳ（地理情報システム）の情報収集システムとしての衛星リモートセンシング
上野正実*・孫麗亜・川満芳信・前田建二郎
（琉球大学農学部）

Improvement of Sugar Production in Sugarcane with Crop, Soil and System Sciences. Ⅵ. Remote sensing as a data collecting system of the GIS.

Masami Ueno*, Liya Sun, Yoshinobu Kawamitsu and Kenjiro Maeda
(Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus)

サトウキビ農業の振興を図るために，著者らは，平成６年度より導入された質取引制度で得られるすべての圃場の単位収量，糖度等のデータおよび定点サンプリング圃場から収集した土壌データなどをデータベース化し，ＧＩＳ（地理情報システム）と組み合わせた生産支援情報システムの構築を行っている。情報システムの成否は、広範囲に分布する圃場毎の収量，品質などの情報収集をいかに効率化するか，経時的および空間的に変化する生育情報をいかにモニタリングするかにかかっている。この点で衛星リモートセンシングは，広範囲を同時に周期的に観測可能なことから，圃場のモニタリングが可能である。今回は北大東島のマッピングを中心にＧＩＳの開発を進めるとともに，衛星画像をＧＩＳのセンサとして活用するための技術開発を行う。特に，画像が比較的容易に入手できる Landsat TM 画像を用いて，データ収集システムとしてのリモートセンシングの可能性を検討した。

方　　法

北大東島の 5,000 分の 1 地形図を基図として圃場数値地図を作成した。圃場単位の生産実績データとの結合に用いた位置情報の作成には 5,000 分の 1 地籍図を使用した。さらに，カラー空中写真を用いてモザイク写真を作成してデジタル地図の補助画像情報として使用した。また，南北大東島が比較的良好に撮影されている Landsat TM 画像を選んだ（財団法人リモート・センシング技術センター・研究目的配布）。単位収量などの算出では，まず，画像解析ソフト（ERDAS IMAGINE）を用いて原画像の幾何補正を行い，解析画像を作成した。解析画像（ラスタ画像）と全圃場デジタルマップをオーバーレイさせ，圃場の輪郭に合わせて画像の切り出しを行った。切り出した画像から植生指数などを求め，該当する圃場の単位収量との相関を求めた。

結果と考察

単収や糖度の分布をみると，全体的に幕下の方が幕上よりも成績が良好である。中には隣り合う圃場同士でも対照的な値を示す場合もあることがわかったので，施肥方法などの調査が必要である。甘蔗糖度と蔗汁成分あるいは甘蔗糖度と土壌成分の相互関係をマッピングして空間的な関係を解析し，圃場生産能力の評価に有効であることを示した。解析画像と空中写真を比較してみると，Landsat TM 画像でもある程度は細部が観察できることがわかる。したがって，高解像度画像になれば通常のカラー画像でも詳細な分析が可能になるものと思われる。これは GIS との組み合わせによってより効果的に実施し得ることがわかった。切り出した解析画像から求めた植生指数との関係より，両者には明瞭な相関関係があり，圃場単位でも単位収量をある程度，推定できることがわかった。

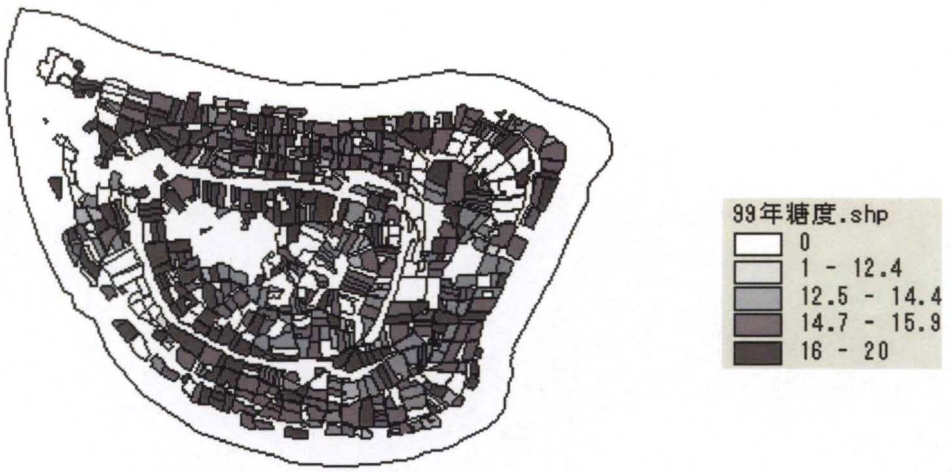


図１　北大東島における全圃場の糖度分布（99/00 年期）

図２　北大東島における全圃場の単位収量分布（99/00 年期）

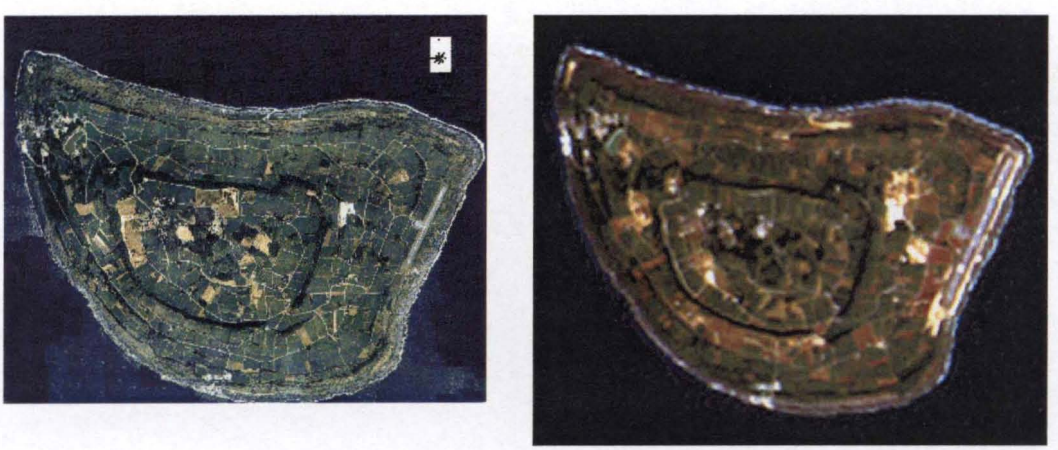


図３　空中写真と衛星画像

サトウキビの糖度向上に関する作物，土壌，生産システム学的研究
第７報．ＧＩＳ（地理情報システム）を利用した北大東島の生産構造の解析
上野正実・孫麗亜*・川満芳信・吉原　徹[1)]・有我　徹[2)]
（琉球大学農学部・[1)] 北大東製糖㈱・[2)]㈱沖縄マッピングシステム）

サトウキビの糖度向上に関する作物，土壌，生産システム学的研究
第７報．ＧＩＳ（地理情報システム）を利用した北大東島の生産構造の解析
上野正実・孫麗亜*・川満芳信・吉原　徹[1)]・有我　徹[2)]
（琉球大学農学部・[1)] 北大東製糖㈱・[2)]㈱沖縄マッピングシステム）

Improvement of Sugar Production in Sugarcane with Crop, Soil and System Sciences. Ⅶ. GIS Analyses on the structure of sugar cane production in Kita-Daito Island.

M. Ueno, L. Sun*, Y. Kawamitsu, T. Yoshihara[1)] and T. Ariga[2)]
(Fac. of Agri., Univ. of the Ryukyus, [1)]Kita-Daito Seito Co. Ltd., [2)]Okinawa Mapping System Co. Ltd.)

多収で高品質なサトウキビを低コスト・低環境負荷で生産するための基礎研究として，品質取引で得られる単位収量，糖度などの品質データ，および，定点圃場からのサンプリング土壌分析データなどをデータベース化して，それらをＧＩＳに展開し圃場生産能力を評価するシステムを開発した（第４報）．南大東島を中心にデジタルマップ（圃場）の作成，各種データのマッピング，圃場生産能力の評価などを行ってきたが，今回は北大東島を対象に３年分の全圃場マッピングを行い，地域全体の生産構造の特徴を解析した．

【方　　法】

北大東村の生産構造を解析するために，平成 7/8 年期から平成 12/13 年期までの６年分の全圃場生産実績データをデータベース化し，これを主要な属性データとして使用した．このうち，10/11～12/13 年期３年分に関しては，作型，品種，糖度，単収などの基本データを総数約 600 全圃場についてマッピングした．糖度，単収の圃場間較差をみるために，これらのデータを標準化してマッピングした．これとは別に，土壌や蔗汁等の継続的な調査を実施するために定点 50 圃場を選定し，これらに関してデジタルマップとデータベースとのリンクを行った．

【結果と考察】

（１）作型の構成は次第に夏植が減少し，春植と株出中心になりつつある．
（２）糖度分布は，成績の悪い年度ほど幅広く低い側に広がる傾向が見られる．単収分布については明瞭な傾向は見られなかった．
（３）単収分布をみると，全体的に幕下の方が幕上よりも成績が良好で，特に，東側の幕上が低い傾向が見られる．台風被害が甚大であった 12/13 年期はほぼ全域で低収となっているが，部分的に高い圃場もあった．
（４）糖度は北側を中心に幕上に低い地域があり，西よりの地域と中央やや東側に３年間とも高いスポットが存在する．好成績で高単収であった１１/12 年期は幕内を中心に糖度も高くなっている．
（５）産糖量は西側に高い地域があり，３年とも明瞭に高いのはここだけであった．
（６）甘蔗糖度と蔗汁成分あるいは甘蔗糖度と土壌成分の相互関係をマッピングして空間的な関係を解析し，圃場生産能力の評価に有効であることを示した．
（７）蔗汁中のＫ濃度と甘蔗糖度の間には弱い負の相関があるので，マッピングを行ったところ甘蔗糖度の低い圃場では相対的にＫ濃度が高いことがわかった．また，蔗汁中のＰ濃度は甘蔗糖度と弱い正の相関があり，地図上でも同様の傾向がみられた．

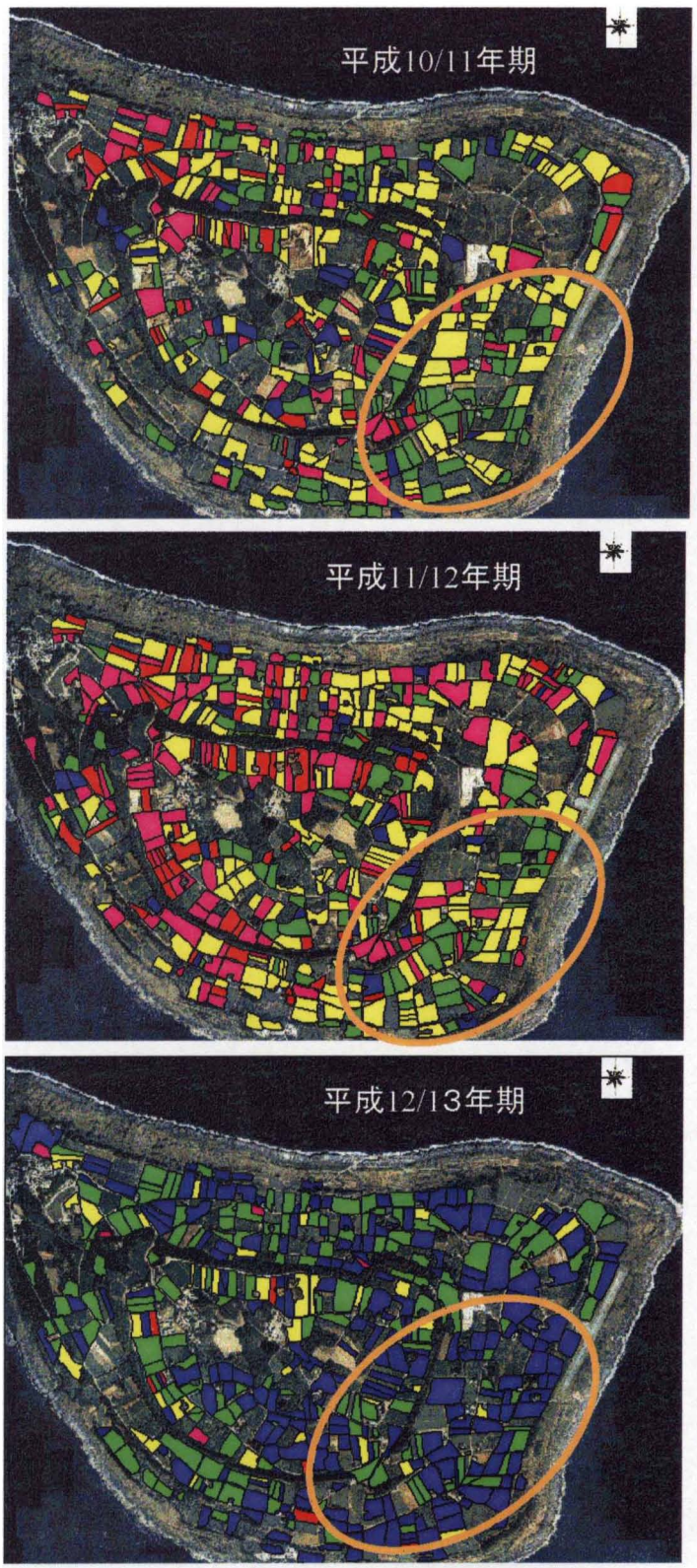


図1　3年間の単収分布の変化

単収は年度間で大きく変化している。これは主に気象の影響である。単収を標準化すれば気象の影響をある程度キャンセルできる。

楕円で囲んだ地域は年度差に係わらず毎年，相対的に単収が低いことがわかる。このように空間分布の経時変化を解析することによって生産構造の特徴が見えてくる。

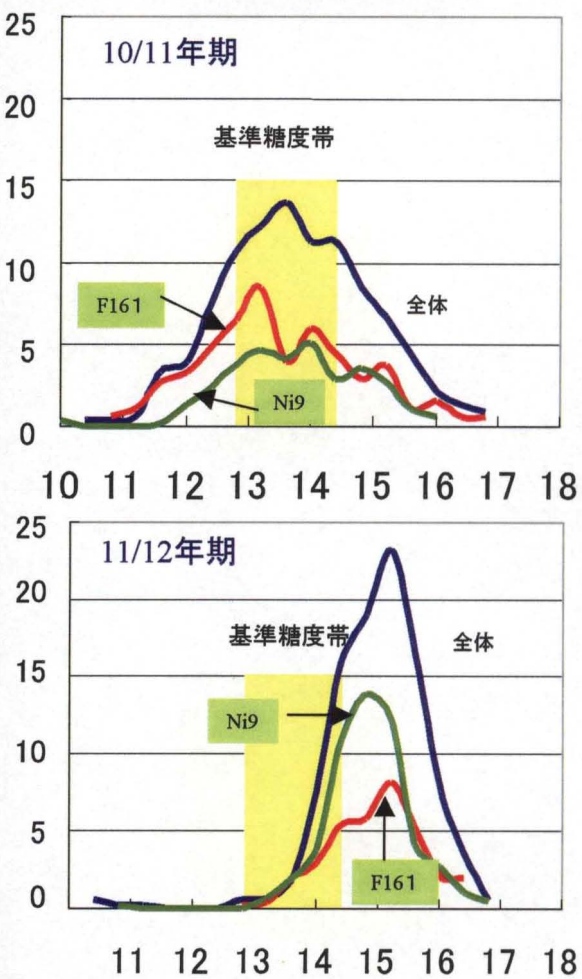


図2　2年間の糖度分布

サトウキビの糖度向上に関する作物，土壌，生産システム学的研究
第８報．NIR を用いた土壌成分の迅速計測システムの開発
上野正実・川満芳信・内間亜希子・平良英三・孫麗亜・吉原徹[1)]・平田清信[2)]
（琉球大学農学部・[1)] 北大東製糖㈱・[2)]久米島製糖㈱）

サトウキビの糖度向上に関する作物，土壌，生産システム学的研究
第８報．NIR を用いた土壌成分の迅速計測システムの開発
上野正実・川満芳信・内間亜希子・平良英三・孫麗亜・吉原徹[1)]・平田清信[2)]
（琉球大学農学部・[1)] 北大東製糖㈱・[2)]久米島製糖㈱）

Improvement of Sugar Production in Sugarcane with Crop, Soil and System Sciences. Ⅷ. Quick analyzing system for soil components using NIR.
M. Ueno, Y. Kawamitsu, A. Uchima, E. Taira, L. Sun, T. Yoshihara[1)] and K. Hirata[2)]
(Fac. of Agri., Univ. of the Ryukyus, [1)]Kita-Daito Seito Co. Ltd., [2)]Kumejima Seito Co. Ltd.)

サトウキビの増産と品質向上の実現に向けて，生産農家を効果的に支援するために，品質取引制度を利用した情報収集システムの開発を試みてきた．生産支援が効果を発揮するためにはこれまで報告してきた蔗汁成分だけでなく，土壌からも正確な情報を効果的に収集する必要がある．甘庶糖度（品質指標）を測定するために各工場に設置されている NIR（近赤外分光装置）を用いて土壌成分を測定できれば，その簡便性から効率的な情報の収集が可能となる．そこで，本研究では NIR によって土壌成分の分析が可能か否かに関して検討を行った．

【材料および方法】

1999 年 3 月と 2000 年 3 月に南大東島と北大東島で，2000 年 5 月に久米島で採取した計 389 点の土壌試料を供試した．前処理した試料に対して，NIR（BRAN＋LUEBBE 社製，インフラライザー500 型）を使用し，1100ｎｍ～2500ｎｍの波長領域の吸光度を 2ｎｍ間隔で測定した．各試料の成分値は次の装置を用いて測定しスペクトルデータを得た．

１）ICP（高周波プラズマ発光分析装置）：
Ｂ，Ｍｇ，Ａｌ，Ｓｉ，Ｐ，Ｓ，Ｃａ
Ｍｎ，Ｆｅ，Ｃｕ，Ｚｎ，Ｍｏ，Ｎａ，Ｋ

２）N/Cアナライザー：Ｎ，Ｃ

３）ｐＨメータ：ｐＨ

４）ＥＣメータ：ＥＣ

各成分値と吸光度から検量線を作成し，それぞれの検量線について評価・確定を行い，土壌成分測定の可能性について検討した．

【結果と考察】

１）乾土，風乾土，浸出液を用いて検量線を作成した結果，精度は乾土が最も良かった．

２）スペクトルに二次微分処理を施すことで，粒径による誤差はある程度解消できる．

３）土壌型（採取位置）によってスペクトルの吸収ピークの数や強度，スペクトルの形状が異なっているので，土壌中に含まれる粘土鉱物の定性・定量分析に近赤外吸光度スペクトルが利用できると考えられる．

このように，いくつかの問題点は残されているものの，土壌中の全窒素，全炭素，ｐＨ，含水率はＮＩＲによる測定が可能であることを確認できた．

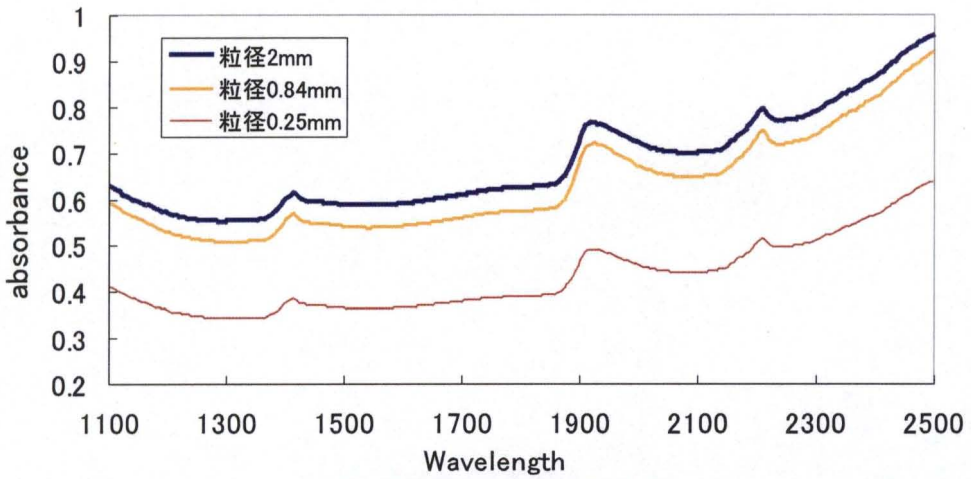


図1.北大東島土壌原スペクトル

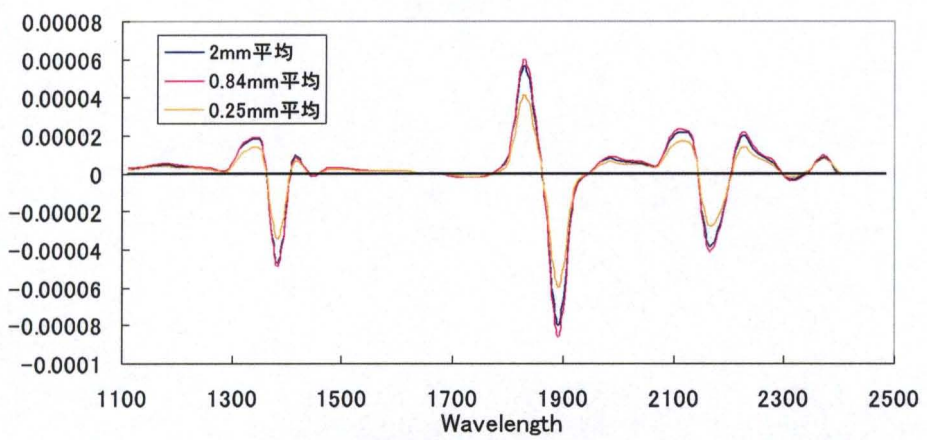


図2.北大東島土壌二次微分スペクトル

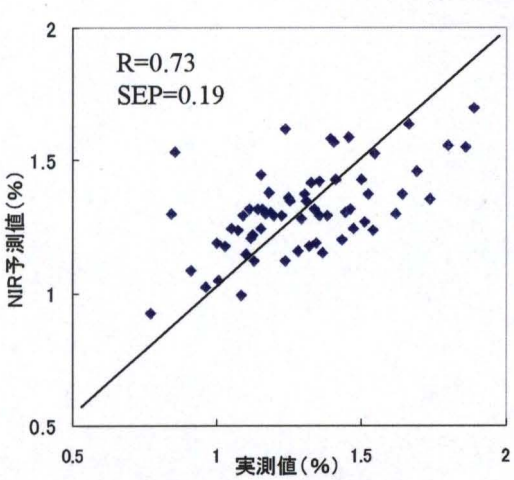


図3.TCの検量線評価

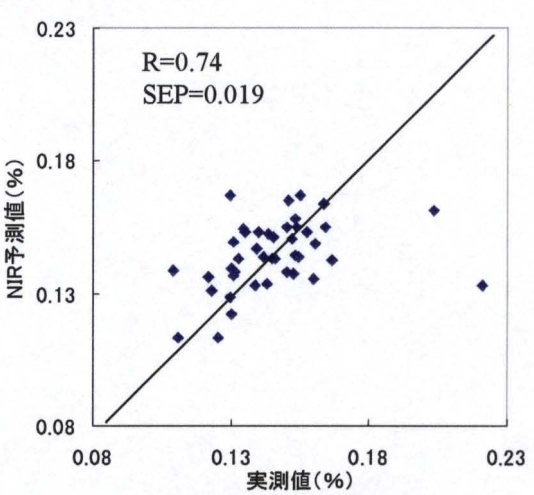


図4.TNの検量線評価

サトウキビの糖度向上に関する作物，土壌，生産システム学的研究
第９報．NIR を用いた蔗汁成分の迅速計測システムの実用化とマッピング
平良英三*・上野正実・川満芳信・孫麗亜・内間亜希子・禰覇伸[1)]・有我徹[2)]
（琉球大学農学部・[1)] 大東糖業㈱・[2)]㈱沖縄マッピングシステム）

サトウキビの糖度向上に関する作物，土壌，生産システム学的研究
第９報．NIR を用いた蔗汁成分の迅速計測システムの実用化とマッピング
平良英三*・上野正実・川満芳信・孫麗亜・内間亜希子・禰覇伸[1)]・有我徹[2)]
（琉球大学農学部・[1)] 大東糖業㈱・[2)]㈱沖縄マッピングシステム）

Improvement of Sugar Production in Sugarcane with Crop, Soil and System Sciences.
IX Practical analyzing system for cane juice components using NIR and its mapping.
E. Taira*, M. Ueno, Y. Kawamitsu, L. Sun, A. Uchima, N. Neha[1)] and T. Ariga[2)]
(Fac. of Agri., Univ. of the Ryukyus, [1)] Daito Togyo Co. Ltd., [2)]Okinawa Mapping system Co. Ltd.)

サトウキビの品質取引制度ではＮＩＲ（近赤外分光光度計）を用いて糖度を測定しているが，これは検量線を整備すれば同時に複数の成分を計測できる．品質取引制度を利用すれば新たなサンプリングを行う必要はなく，省力的で効率のよい情報収集システムを構築できる．これに関しては第 4 報で基本的な検討結果を述べた．これらのデータを GIS（地理情報システム）を用いて総合的な解析を行えば，圃場の状態を詳細かつ空間的に把握でき，農家の栽培・営農を支援することができる．本研究では，ＮＩＲを用いた蔗汁成分の多成分迅速オンライン計測システムを実用化するために，次の項目を検討した．(1) 蔗汁中の成分を分析し，ＮＩＲで糖類だけでなく P，K，Mg 等の元素について測定の可能性を検討し，検量線を作成する．(2) 品質取引に合せて全サンプルの分析が可能かどうか，特にオンライン分析が可能かを検討する．(3) そのデータのマッピングを試み，GIS で解析するための準備を行う．

【材料および方法】

(1) ＮＩＲ（ブランルーベ社製，インフラライザー500 型ＬＣＳシステム）を用いて南北大東島，久米島および宮古島でサンプリングした蔗汁の近赤外スペクトルを測定した．

(2) サンプルに含まれる次の成分について，並記した測定装置で正確な含有量を測定した．
- ICP（プラズマ発光分析装置）：B，Mg，Al，Si，P，S，Ca，Mn ，Fe，Cu，Zn，Mo，Na，K
- 高速液体クロマトグラフィー：Sucrose，Glucose，Fructose
- イオンクロマトグラフィー：NH_4^+，NO_3^-

(3) これらの成分値と吸光度スペクトルにより，重回帰分析によって検量線を作成し，評価用の試料を用いて精度の確認を行った．

(4) ＮＩＲと品質取引制度を組み合わせた実用システムを構築するために，00/01 年期製糖期に大東糖業株式会社において全量分析を行った．

【結果および考察】

(1) 評価用試料を用いて検量線の精度を t 検定で評価した結果，Sucrose，Glucose，Fructose，K，Mg，S，P，Na，Si の成分については 1%の危険率で有意差は認められなかった．

(2) K，Mg および P の予測については比較的高い精度が得られたが，地域によって検量線の使用波長が異なった．

(3) 圃場単位の糖度と蔗汁中 K は負の相関関係にあり，逆に P は正の関係を示した．さらに K 濃度などのマッピングを行い，地域的な分布状況を検討することができた．

(4) 甘蔗糖度と K，Mg 濃度等との間には相関関係が認められたので各圃場の蔗汁成分，土壌成分を GIS 上で解析・評価することで圃場管理の改善に利用するできる．

このように，糖度向上を検討・実現するための実用的なシステムの基礎部分が確立できた．

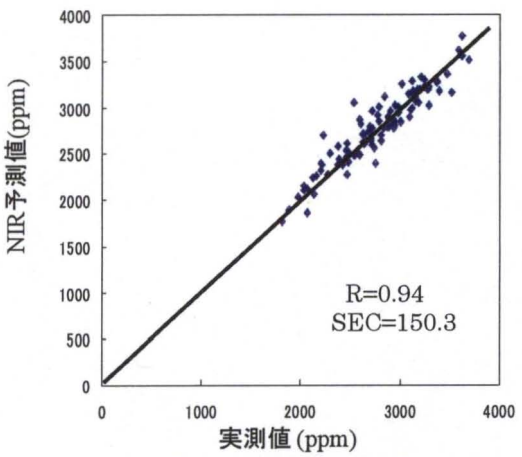


図1. Kの検量線評価

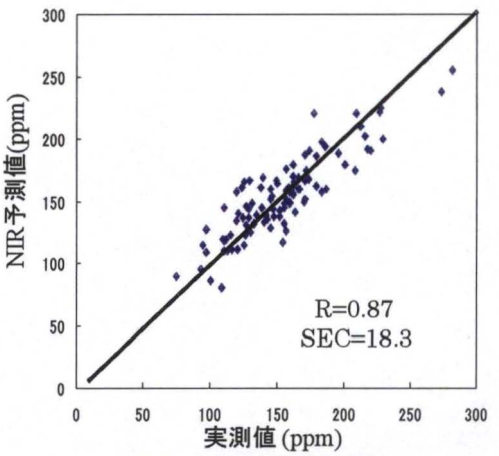


図2. Mgの検量線評価

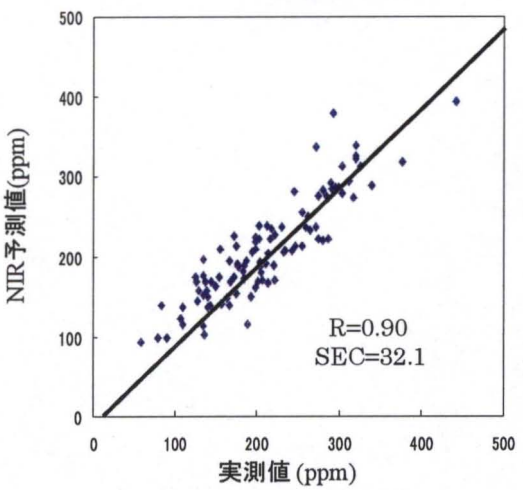


図3. Pの検量線評価

図4. 南大東島のK分布

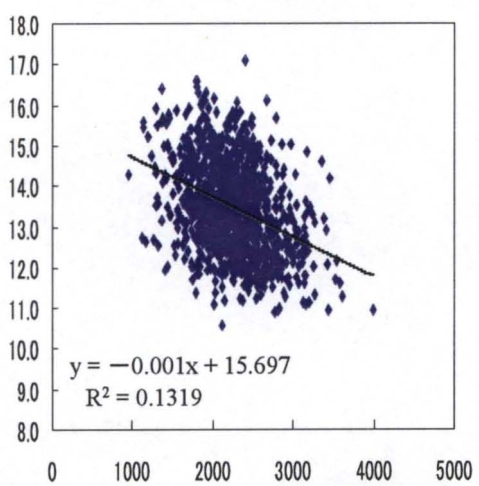


図5. 圃場単位の糖度とKの関係

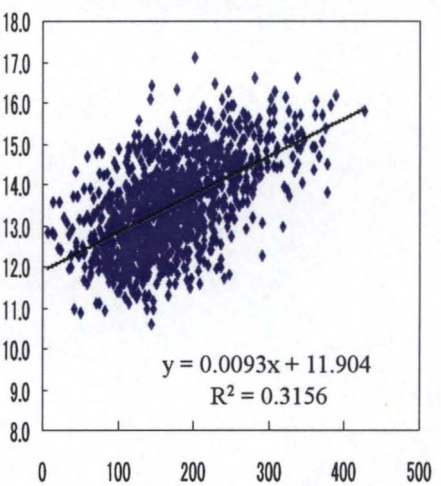


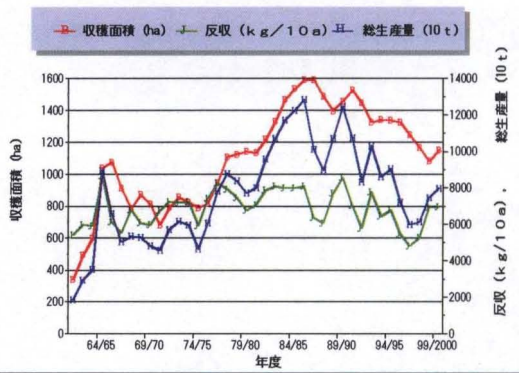
図6. 圃場単位の糖度とPの関係

蔗汁成分・土壌成分のマッピングによる久米島さとうきび農業の分析

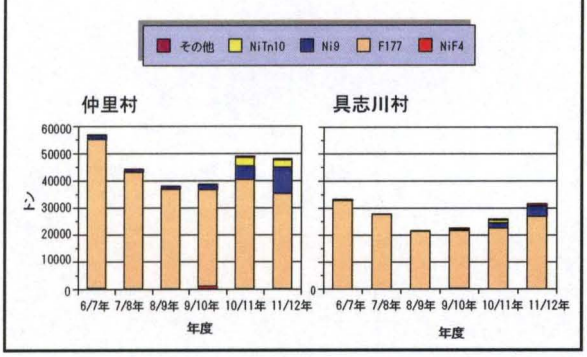
平成13年5月30日

琉球大学農学部　孫　麗亜

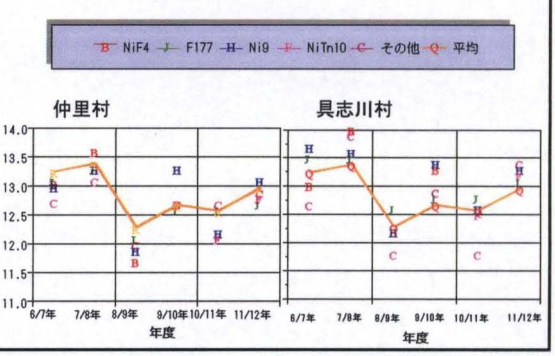
久米島サトウキビ生産の推移



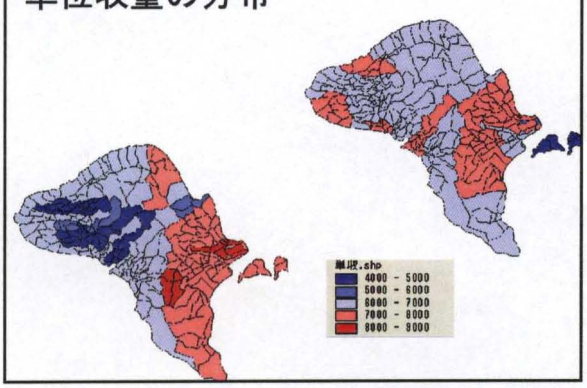
品種の構成割合



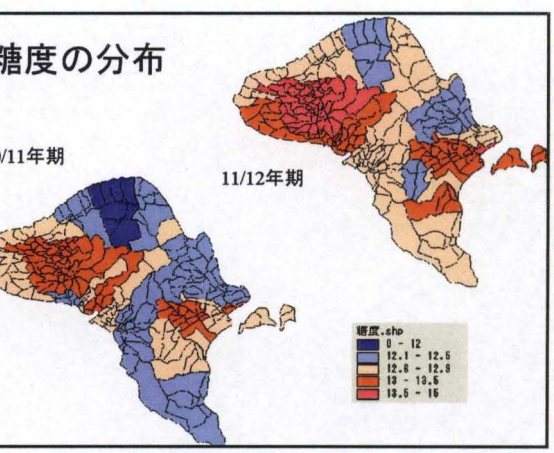
品種と糖度の関係

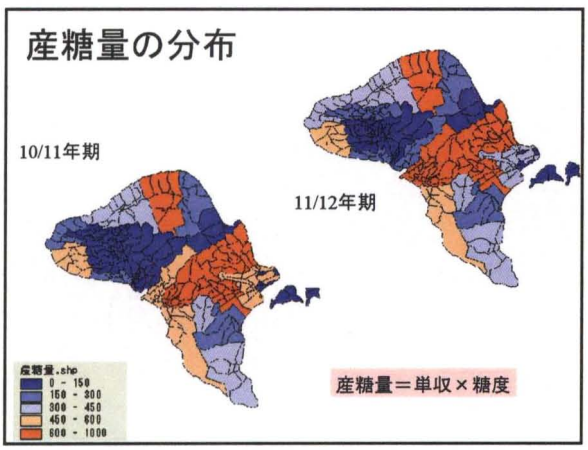


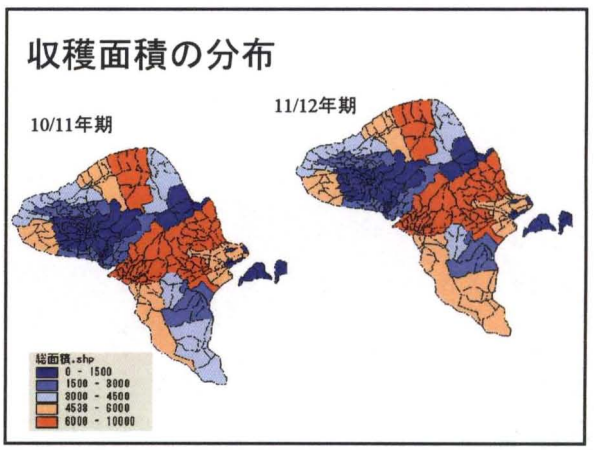
単位収量の分布

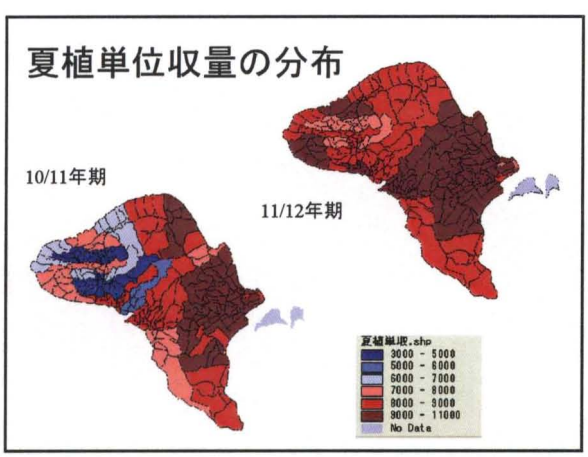


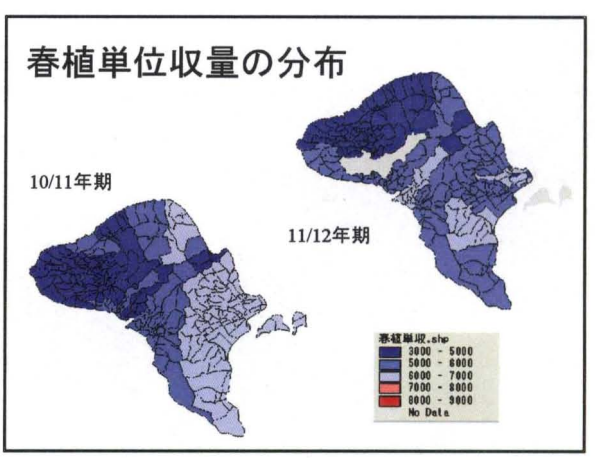
糖度の分布

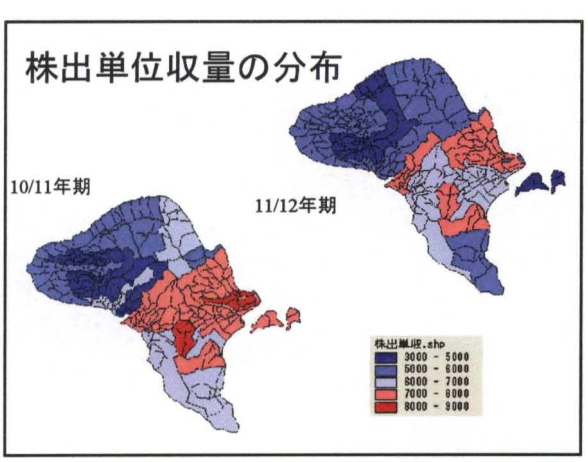


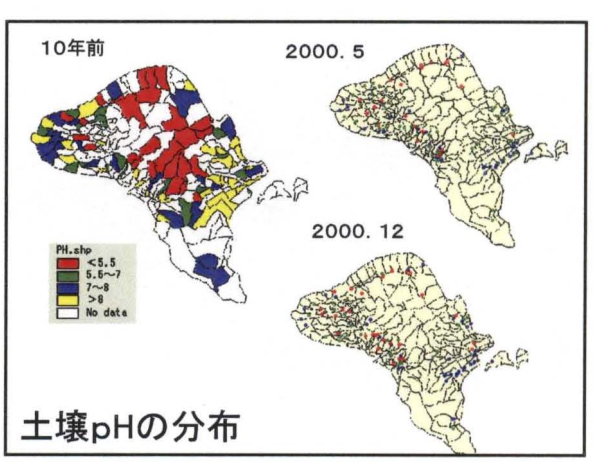

産糖量の分布
10/11年期
11/12年期
産糖量＝単収×糖度

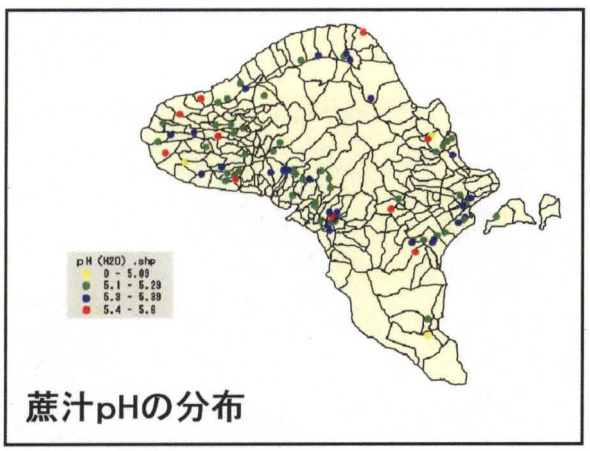

収穫面積の分布
10/11年期
11/12年期


夏植単位収量の分布
10/11年期
11/12年期

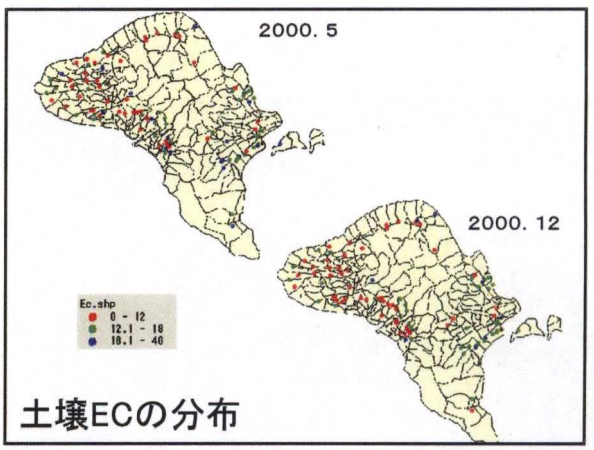

春植単位収量の分布
10/11年期
11/12年期


株出単位収量の分布
10/11年期
11/12年期

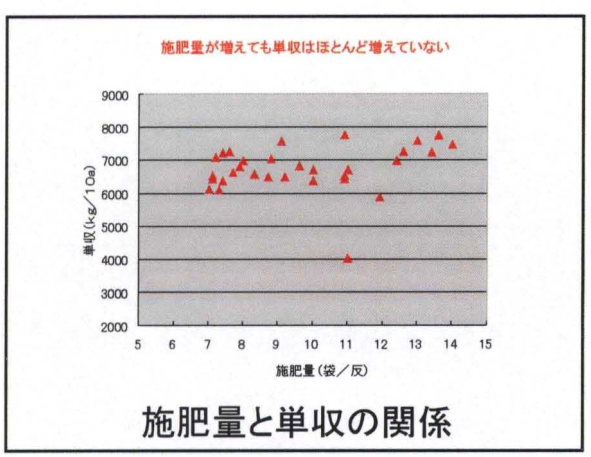

10年前
2000. 5
2000. 12
土壌pHの分布



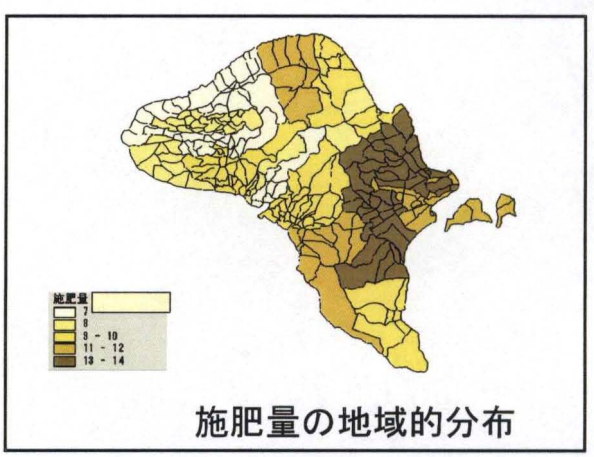
蔗汁pHの分布



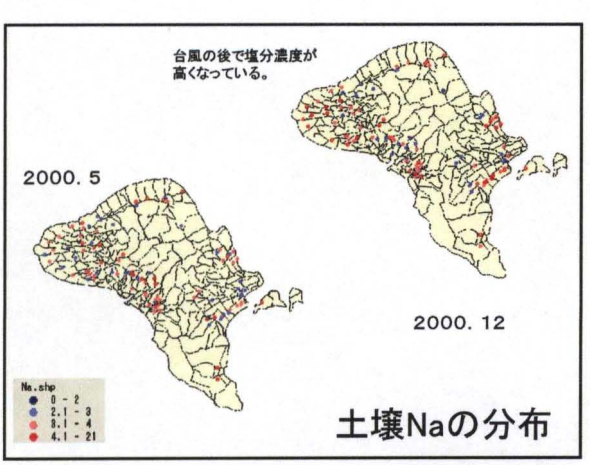
土壌ECの分布



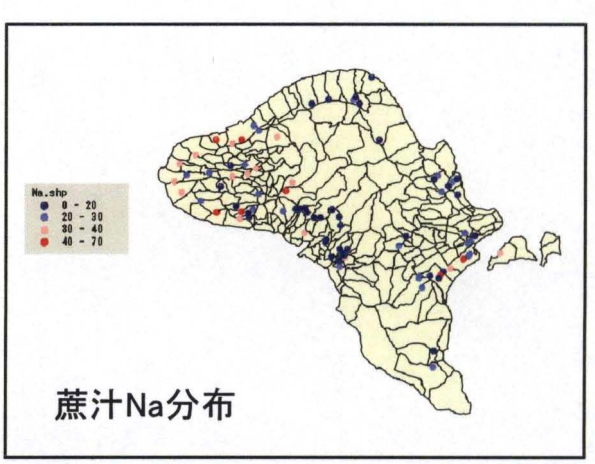
施肥量と単収の関係



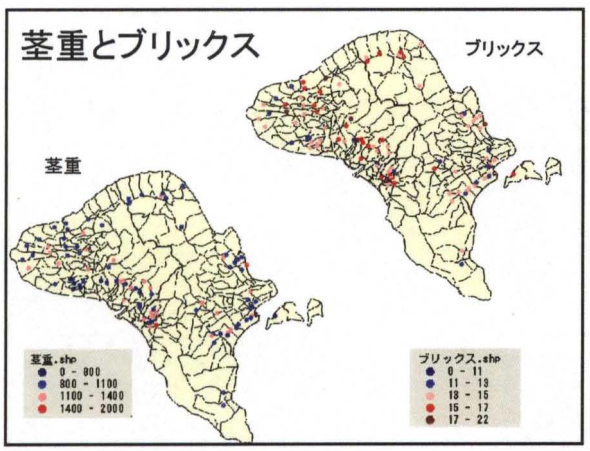
施肥量の地域的分布

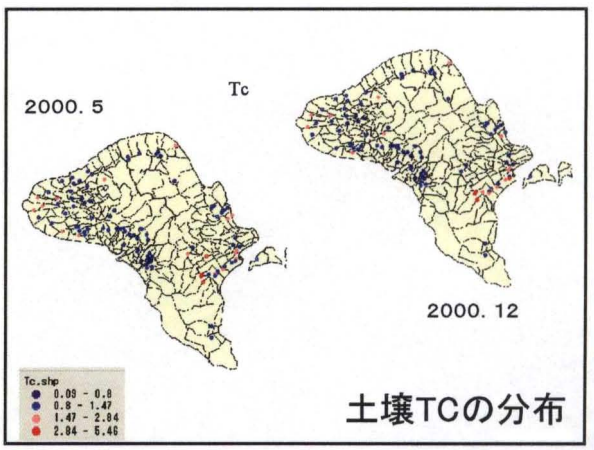


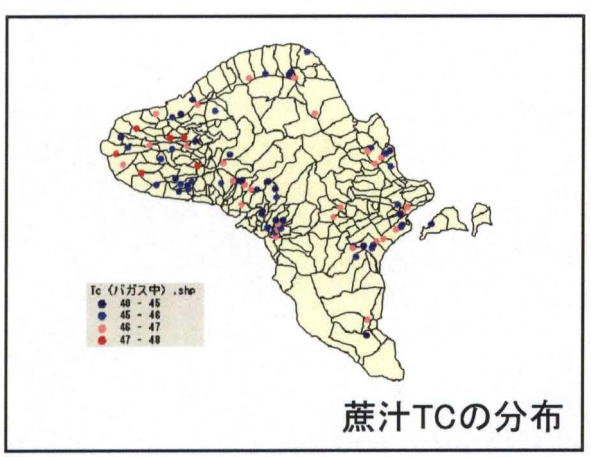
土壌Naの分布

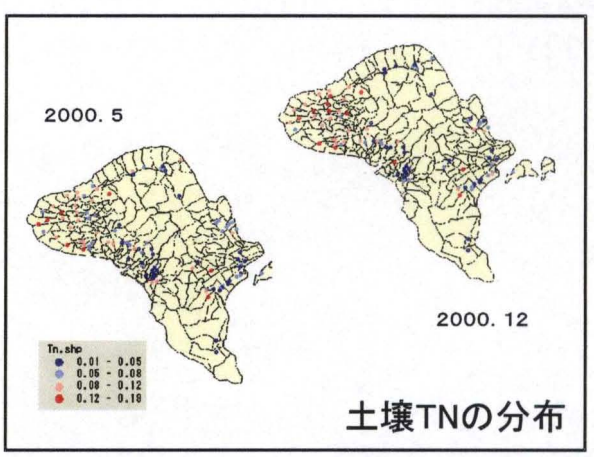


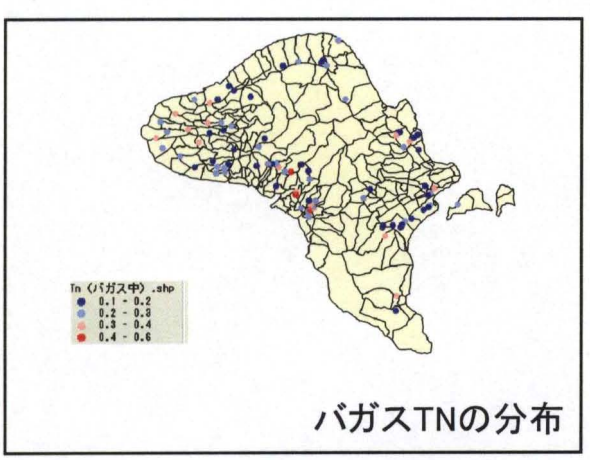
蔗汁Na分布

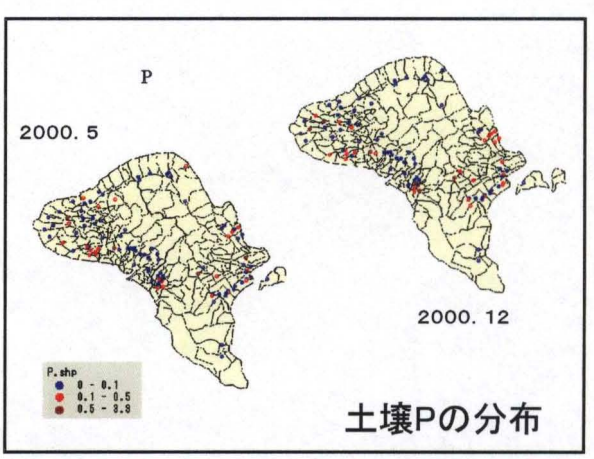

茎重とブリックス
ブリックス
茎重
茎重.shp
0 - 800
800 - 1100
1100 - 1400
1400 - 2000
ブリックス.shp
0 - 11
11 - 13
13 - 15
15 - 17
17 - 22

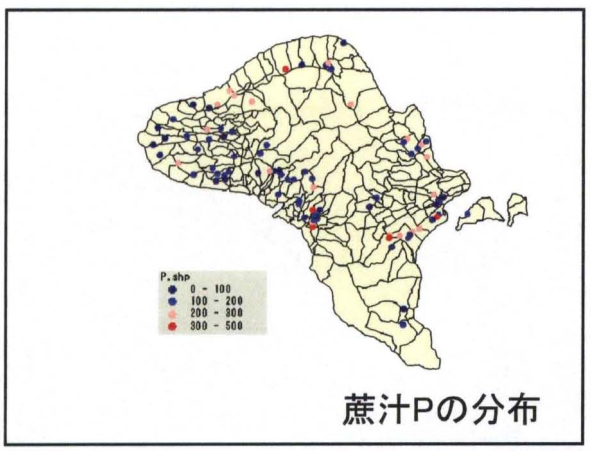

Tc
2000. 5
2000. 12
Tc.shp
0.09 - 0.8
0.8 - 1.47
1.47 - 2.84
2.84 - 5.46
土壌TCの分布


Tc（バガス中）.shp
40 - 45
45 - 46
46 - 47
47 - 49
蔗汁TCの分布

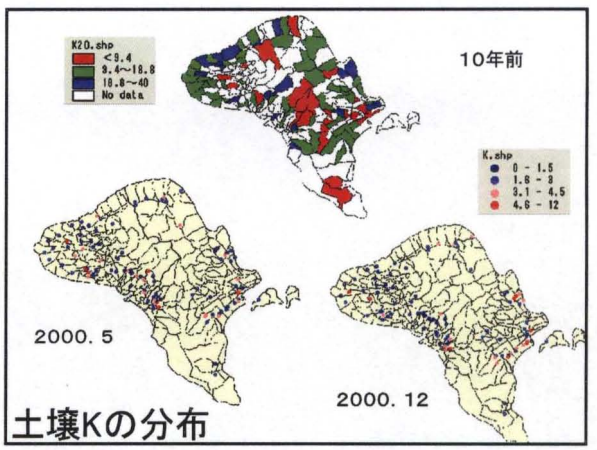

2000. 5
2000. 12
Tn.shp
0.01 - 0.05
0.05 - 0.08
0.09 - 0.12
0.12 - 0.18
土壌TNの分布


Tn（バガス中）.shp
0.1 - 0.2
0.2 - 0.3
0.3 - 0.4
0.4 - 0.6
バガスTNの分布

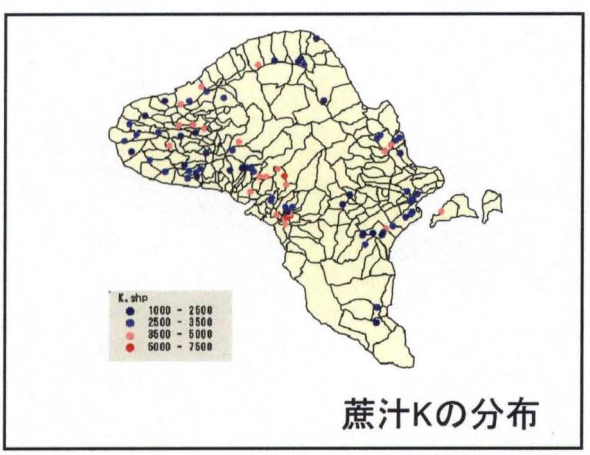

P
2000. 5
2000. 12
P.shp
0 - 0.1
0.1 - 0.5
0.5 - 3.9
土壌Pの分布



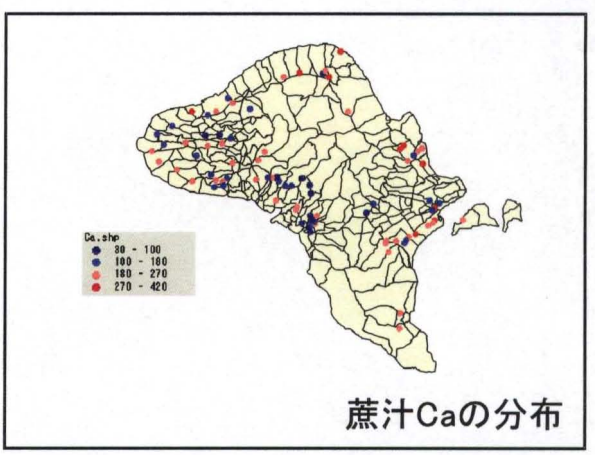
蔗汁Pの分布



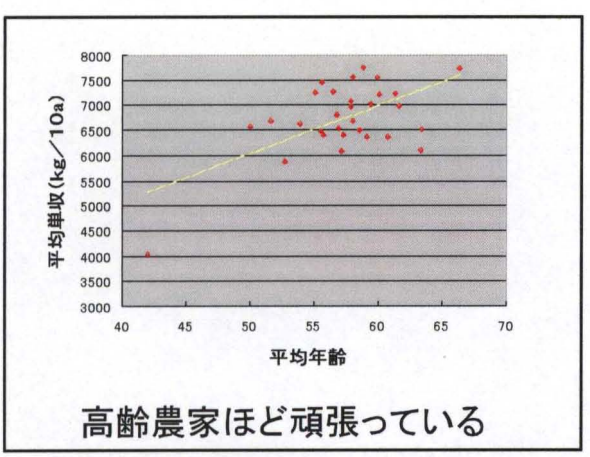
土壌Kの分布



蔗汁Kの分布



蔗汁Caの分布



高齢農家ほど頑張っている