

アグリ技術シーズセミナー in 沖縄 2018.12.5

安定生産に向けた 土壌診断技術とその活用



吉田 晃一

博士(農学)
技術士(農業部門 農芸化学)
土壌医



— 安心・安全な作物は良い土壌から —
沖縄農業技術開発株式会社

Okinawa Agricultural Technology & Development Co., Ltd

- 1. 沖縄の農業と土壌**
- 2. 土壌診断とは？**
- 3. 土壌の生産阻害要因**
－北大東島の事例－



沖縄の農業と土壌

6次産業化を目指す前に

農業における所得向上、雇用確保を目的に、6次産業化が推進されている。

1次産業
農業

×

2次産業
製造業

×

3次産業
小売業等



農産物



加工品



販売

農産物は?? ← 製造数は農産物の数に制限される ← 販売数は加工品の数に制限される

6次産業化を推進する上で、農産物（原材料）の安定的な生産・出荷は重要な課題となる。

農産物の生産状況の一例

平成20年～平成29年の10年間

	平均収量 (t/10a)	最大収量 (t/10a)	最小収量 (t/10a)	最大/最小 比率
カンショ	1.59	1.83	1.36	1.35
サトウキビ	5.94	7.25	4.40	1.65

カンショ： 35%の変動
サトウキビ： 65%の変動

製造・販売計画
が立てづらい



生産者の視点から

6次産業化の課題として

生産者の視点

- 需要に見合う生産量が確保できない（第1位）
- 生産量が不安定で安定供給できない（第5位）
- 一定の品質での生産ができない（第7位）

2011年 野村アグリプランニング & アドバイザリー(株)の調査結果より

生産者の方の多くは、安定的な生産ができないことに不安を感じている。

農産物生産量の不安定要因は？

制御可否

自然環境

台風

×

干ばつ

△

土 壤

○

農産物生産量の不安定要因である自然環境のうち、唯一、土壌のみが人為（土壌改良技術）による制御が可能である。

沖縄県内の主要土壌



国頭マージ: 31%

Kunigami mahji
(Red-Yellow soil)



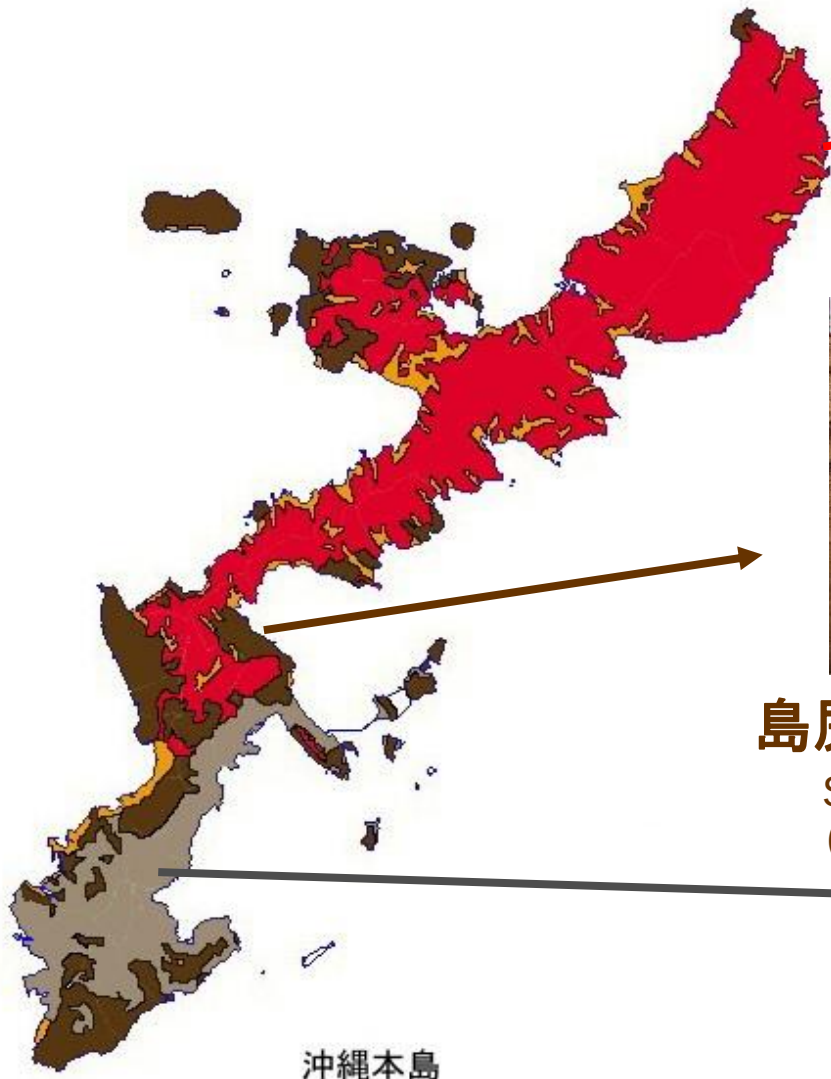
島尻マージ: 41%

Shimajiri mahji
(Dark red soil)



ジャーガル: 18%

Jahgaru
(Gray upland soil)



沖縄本島

沖縄県内の主要土壌

国頭マージ

- ・酸性
- ・有機物少
- ・排水不良



国内
では？ 7%
赤黄色土

島尻マージ

- ・酸性～
アルカリ性
- ・有機物少



1%未満
暗赤色土

ジャーガル

- ・アルカリ性
- ・有機物少
- ・排水不良



4%未満
灰色台地土

国内普通畑土壌の中で、珍しい土壌に該当
沖縄の土壌に適した、土壌診断・改良が必要

沖縄の土壌の生産性は？

耕地生産力可能性等級 (地力保全基本調査)

I 等級: 良好な土壌

II 等級: 少々の制限要因がある土壌

III 等級: 不良な土壌

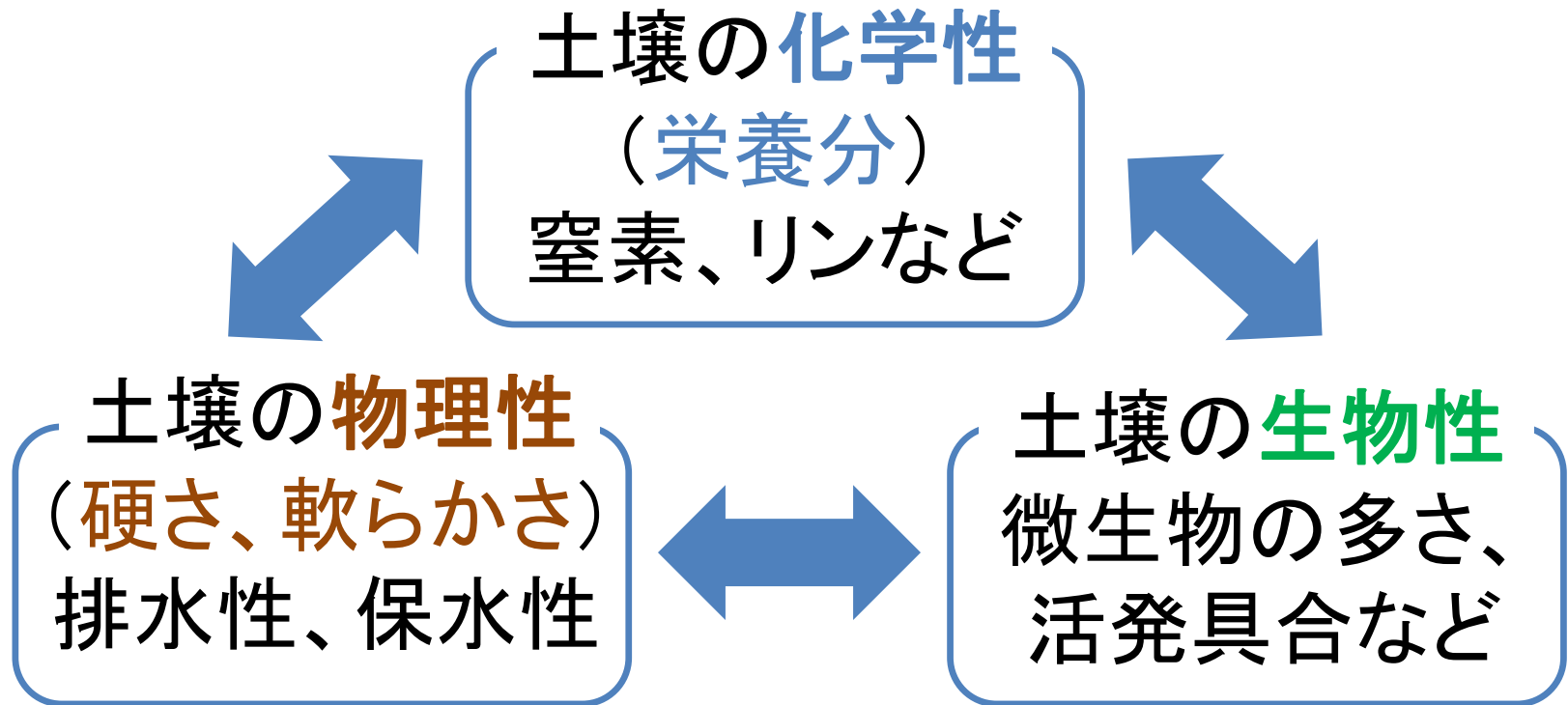
IV 等級: 耕地利用はきわめて困難な土壌

沖縄の土壌は・・・

9割以上が、III、IV等級に該当！

土壌の質的向上が必須

土壌の3要素



作物生育への影響は？

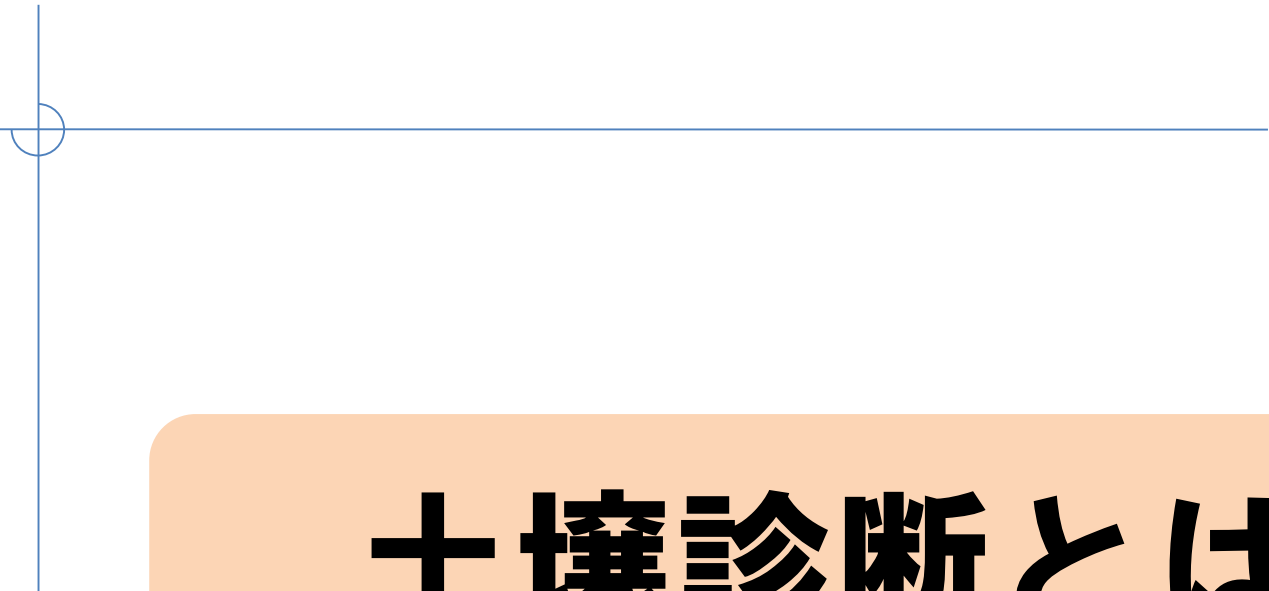
物理性 $\geq$ 化学性 = 生物性

沖縄の土壌の良いところ、悪いところ

土の種類	良いところ	悪いところ
国頭マージ 	酸性を好む 作物が良く育つ	pHが低い 養分が少ない
島尻マージ 	排水性が良い	干ばつ、硬く なりやすい
ジャーガル 	養分が多い 水持ちが良い	排水不良に なりやすい

何らかの欠点を持つ ➡ 土づくりが必要！

生産阻害要因の削減が安定生産に繋がる



土壌診断とは？

土壌診断の概要①

土壌診断とは？

土壌の理化学性を評価し、作物の収量・品質および環境負荷低減への**具体的な対策**を処方すること。



栽培に適しているか？
改良するにはどうしたら
よいか？



土壌診断の概要②

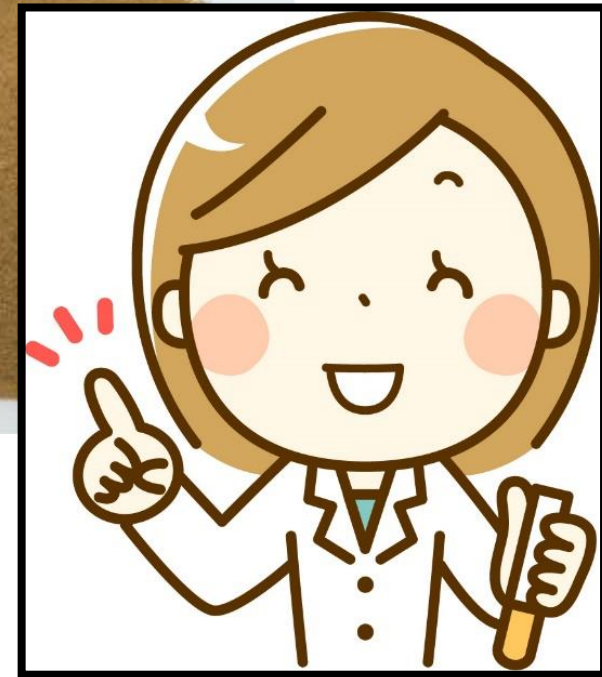
土壌診断の具体的な流れ



土壌を採取

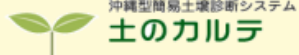


土壌を風乾 → 粉碎



診断

土壌診断の概要③



土 壌 診 断 結 果

発行日 2015年 月 日

分析機関：(株)琉球環境リサーチ
診断機関：沖縄農業技術開発(株)
診断責任者：土壌医 吉田 晃一
(098-894-5726)

1. お客様データ

管理No.	275	依頼者名	見本	圃場主名	見本
作物名	バジル	土壌名	ジャーガル	分類	診断法
				J④	全農法

2. 総合所見

○今回の診断結果より

・土壌中の交換性加里(カリウム)の値が高く、腐植含量がやや低めの土壌です。
ECも適正範囲内ですが、やや高めになっています。その他の項目は問題ありません。

○今後の土づくりについて

・ハウス内なので、養分が蓄積しやすい状況です。その点を念頭に置いて土づくりを行って下さい。
・交換性加里が異常に蓄積すると、作物の苦土(マグネシウム)吸収が抑制される恐れがあります。
マグネシウムは光合成に必要な養分なので、加里含量の低い肥料銘柄(「666」や「877」)をお勧めします。
・腐植を向上させるために、緑肥の鋤込みをお勧めします。
・数作に1度は心土破碎(サブソイラー、ブラソイラーなど)をして土壌を軟らかくして下さい。

※土壌診断はあくまでも目安です。収量を保証するものではありません。施肥量の決定は、お近くの営農指導員の方と相談することをお勧めします。

3. 土壌診断結果

分析項目	単位	測定 参考値※	適正範囲		グラフ
			下限	上限	
pH(H ₂ O)		8.4	7.0	8.0	
EC	mS/cm	0.4	-	1.0	
可給態リン酸 P ₂ O ₅	mg/100g	22.7	10	20	
交換性石灰 CaO	mg/100g	1111	702	1500	
交換性苦土 MgO	mg/100g	159	60	121	
交換性加里 K ₂ O	mg/100g	130	19	38	
硝酸態窒素 NO ₃ -N	mg/100g	-	-	25	
陽イオン交換容量 CEC	me/100g	22.2	25.0	-	
腐植含量	%	2.3	3.0	-	

※注意：測定参考値は目安の値です。真の値を保証するものではなく、証明等に使用することはできません。
土壌の状態は、総合所見に基づいてご判断下さい。

個々の畑の状態
を評価



個々の畑の生産
性向上を目指す



土壌医



農家

土壌診断の概要④

土壌診断では、何が評価されるのか？

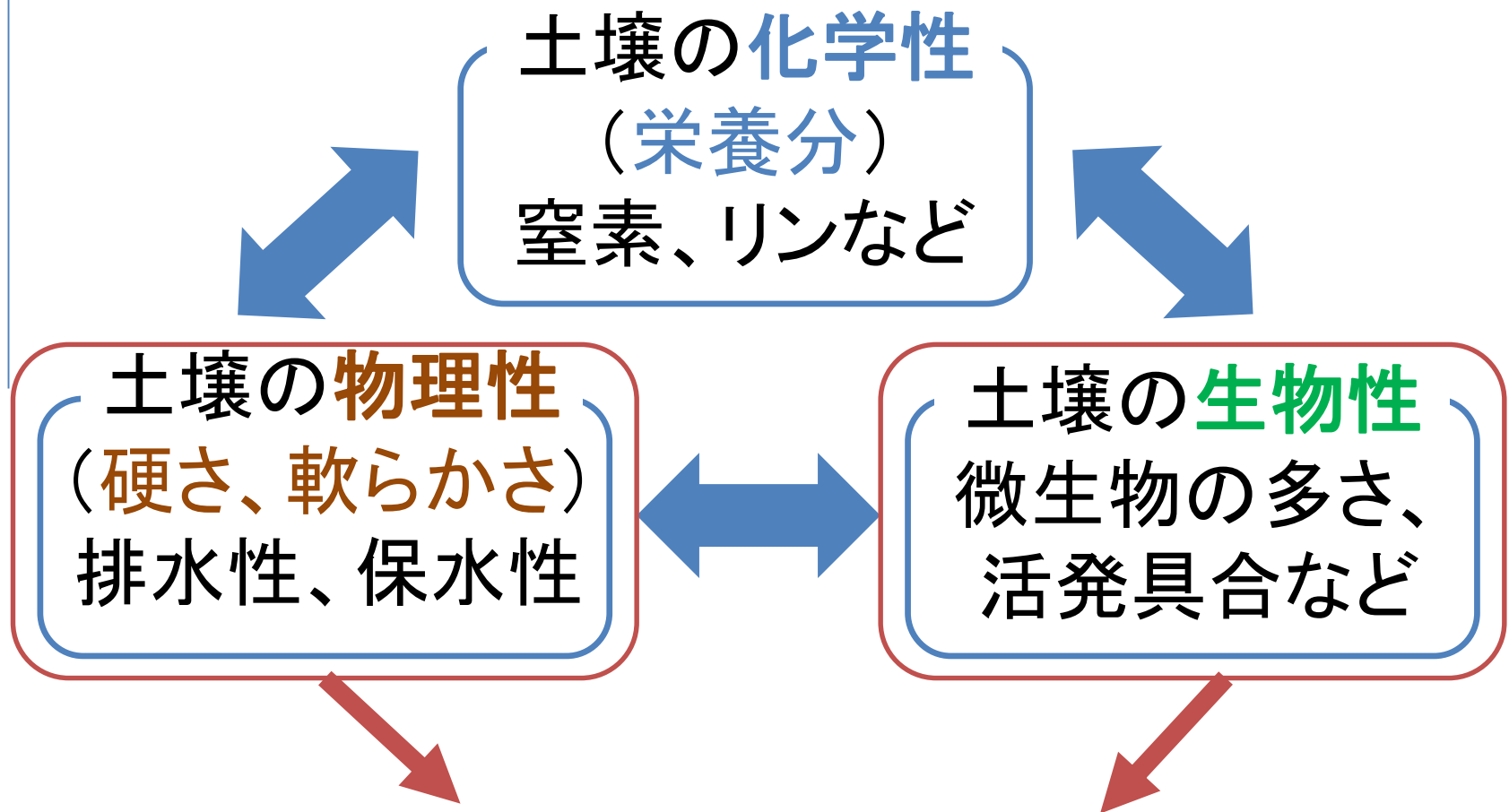
一般的な土壌診断の項目

- pH
- EC(電気伝導度)
- 可給態リン酸
- 交換性石灰(CaO)
- 交換性苦土(MgO)
- 交換性加里(K_2O)
- CEC(陽イオン交換容量)
- 腐植

土壌の化学性
(養分状態)の
評価

一般的な土壌診断は、土壌の化学性のみ評価している

土壌診断の問題点① 化学性のみの診断



**土壌の物理性、生物性も含めて評価しなければ、
沖縄の土壌は的確に診断ができない恐れがある。**

土壌診断の問題点②

個別データの未活用

沖縄型簡易土壌診断システム 土のカルテ 土 壌 診 断 結 果

発行日 2015年 月 日

分析機関：(株)琉球環境リサーチ
診断機関：沖縄農業技術開発(株)
診断責任者：土壌医 吉田 晃一
(098-894-5726)

1. お客様データ

管理No.	275	依頼者名	見本	圃場主名	見本
作物名	バジル	土壌名	ジャーガル	分選 J4	診断法 全農法

2. 総合所見

○今回の診断結果より

- ・土壌中の交換性加里(カリウム)の値が高く、腐植含量がやや低めの土壌です。
- ・ECも適正範囲内ですが、やや高めになっています。その他の項目は問題ありません。

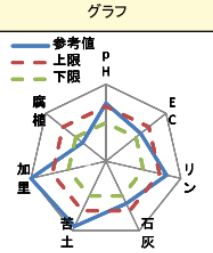
○今後の土づくりについて

- ・ハウス内なので、養分が蓄積しやすい状況です。その点を念頭に置いて土づくりを行って下さい。
- ・交換性加里が異常に蓄積すると、作物の苦土(マグネシウム)吸収が抑制される恐れがあります。
- ・マグネシウムは光合成に必要な養分なので、加里含量の低い肥料銘柄(「666」や「877」)をお勧めします。
- ・腐植を向上させるために、緑肥の鋤込みをお勧めします。
- ・数年に1度は心土破砕(サブソイラー、プラソイラーなど)をして土壌を軟らかくして下さい。

※土壌診断はあくまでも目安です。収量を保証するものではありません。施肥量の決定は、お近くの営農指導員の方と相談することをお勧めします。

3. 土壌診断結果

分析項目	単位	測定 参考値※	適正範囲	
pH(H ₂ O)		8.4	下限 7.0	上限 8.0
EC		0.4	下限 -	上限 1.0
可給態リン酸 P ₂ O ₅	mg/100g	22.7	10	20
交換性石灰 CaO	mg/100g	1111	702	1500
交換性苦土 MgO	mg/100g	159	60	121
交換性加里 K ₂ O	mg/100g	130	19	38
硝酸態窒素 NO ₃ -N	mg/100g	-	-	25
陽イオン交換容量 CEC	me/100g	22.2	25.0	-
腐植含量	%	2.3	3.0	-



※注意:測定参考値は目安の値です。真の値を保証するものではなく、証明等に使用することはできません。土壌の状態は、総合所見に基づいてご判断下さい。

断 結 果

分析機関：(株)琉球環境リサーチ
診断機関：沖縄農業技術開発(株)
診断責任者：土壌医 吉田 晃一
(098-894-5726)

圃場主名	見本
分選 J4	診断法 全農法

「やや低めの土壌です。
他の項目は問題ありません。

「を念頭に置いて土づくりを行って下さい。
ウム)吸収が抑制される恐れがあります。
「低い肥料銘柄(「666」や「877」)をお勧めします。
「として土壌を軟らかくして下さい。

せん。施肥量の決定は、お近くの営農指導員の方と相談する

結 果

分析機関：(株)琉球環境リサーチ
診断機関：沖縄農業技術開発(株)
診断責任者：土壌医 吉田 晃一
(098-894-5726)

圃場主名	見本
分選 J4	診断法 全農法

めの土壌です。
目は問題ありません。

に置いて土づくりを行って下さい。
収が抑制される恐れがあります。
料銘柄(「666」や「877」)をお勧めします。

壤を軟らかくして下さい。

肥量の決定は、お近くの営農指導員の方と相談する

適正範囲	グラフ
下限 7.0 上限 8.0	
- 1.0	
10 20	
702 1500	
60 121	
19 38	
- 25	
25.0 -	
3.0 -	

「ではなく、証明等に使用することはできません。

E範囲	グラフ
上限 8.0	
1.0	
20	
1500	
121	
38	
25	
-	
3.0	

なく、証明等に使用することはできません。

果

園：(株)琉球環境リサーチ
園：沖縄農業技術開発(株)
任者：土壌医 吉田 晃一
(098-894-5726)

圃場主名	見本
分選 J4	診断法 全農法

壤です。
題ありません。

て土づくりを行って下さい。
制される恐れがあります。
「(「666」や「877」)をお勧めします。

らかくして下さい。

決定は、お近くの営農指導員の方と相談する

園：(株)琉球環境リサーチ
園：沖縄農業技術開発(株)
任者：土壌医 吉田 晃一
(098-894-5726)

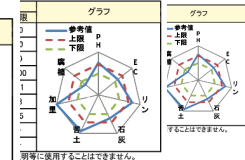
圃場主名	見本
分選 J4	診断法 全農法

壤です。
題ありません。

て土づくりを行って下さい。
制される恐れがあります。
「(「666」や「877」)をお勧めします。

らかくして下さい。

決定は、お近くの営農指導員の方と相談する



弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

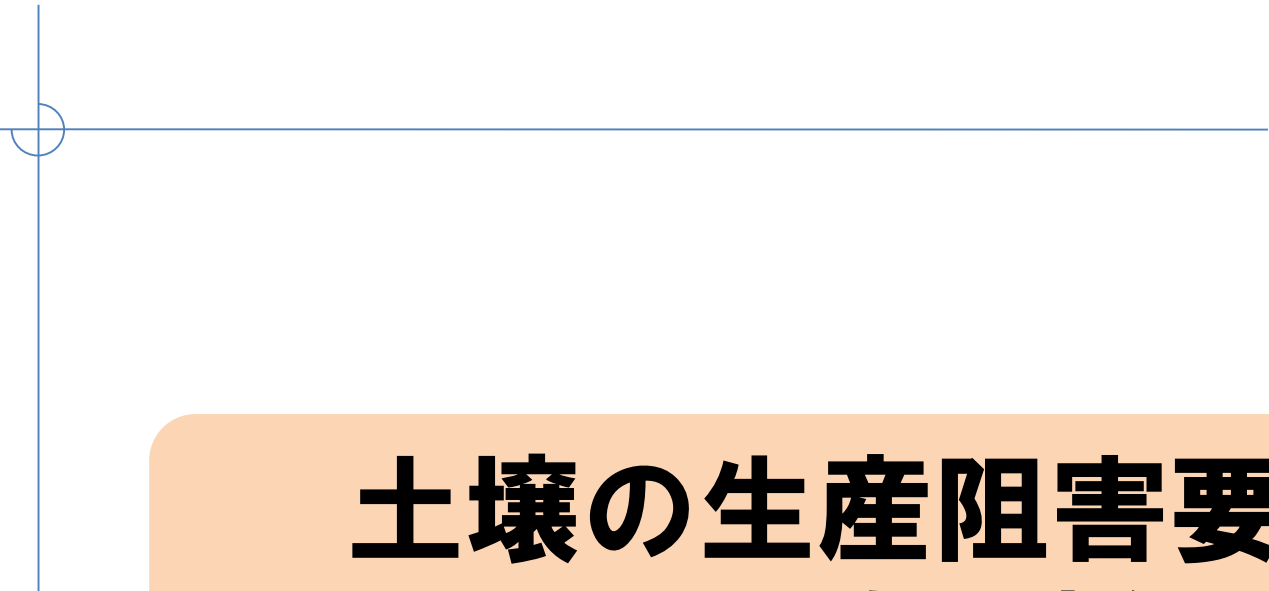
弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

弱等に使用することとはできません。

個々の診断で終始し、データの活用がなされていない

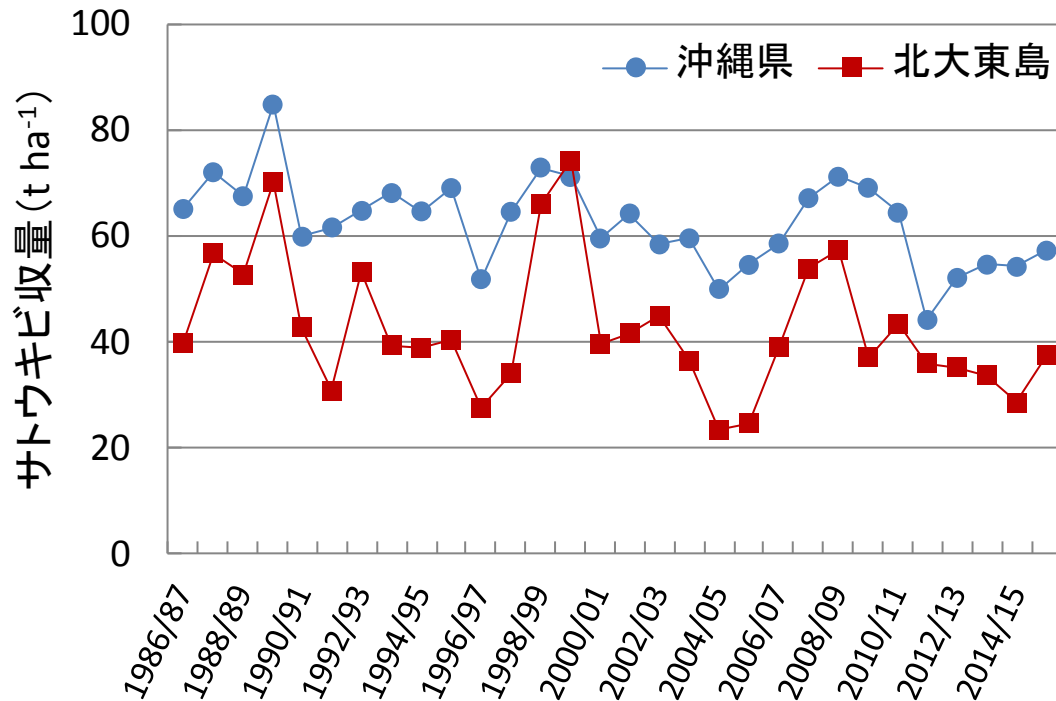
複数のデータを総合的に検証することで、地域・産地全体の問題点の抽出、具体的な対策実施が可能となる。



土壌の生産阻害要因

- 北大東島の事例 -

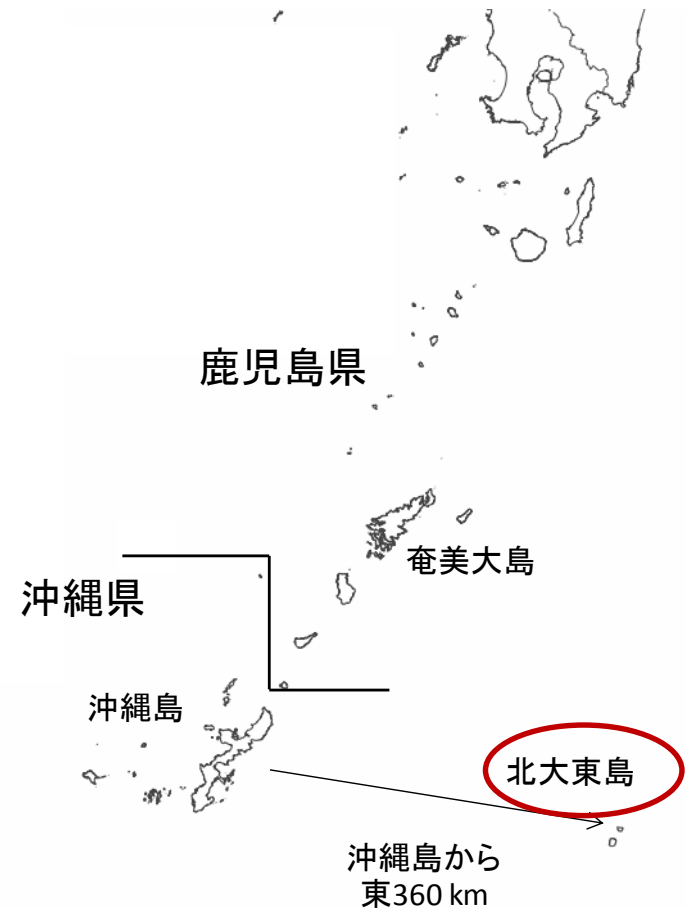
北大東島のサトウキビ収量



平均収量 (1986-2016)

沖縄県: **62.5** t ha⁻¹

北大東島: **42.3** t ha⁻¹



北大東島の農業産出額のうち
サトウキビは74%を占める
→ サトウキビの生産性向上が課題

北大東島のサトウキビ低収要因と対策は？

サトウキビの低収要因(杉本ら, 2003)

強風

・ **かんがいつ** ・

低肥沃土壌



・ **新品種
の導入**

倒伏耐性
早期高糖

Ni26

画像は沖縄県農業研究センターHPより

・ **防風林整備**

(2020年に整備率100%
を予定)

・ **かんがい施設
整備**

(2020年に整備率
100%を予定)



・ **点滴かんがい
導入**



抜本的な改善対策は
されていない。

土壌の「**何が**」問題？

解明する必要がある

北大東島におけるサトウキビ圃場実態調査

材料および方法

北大東島サトウキビ
春植え圃場50筆

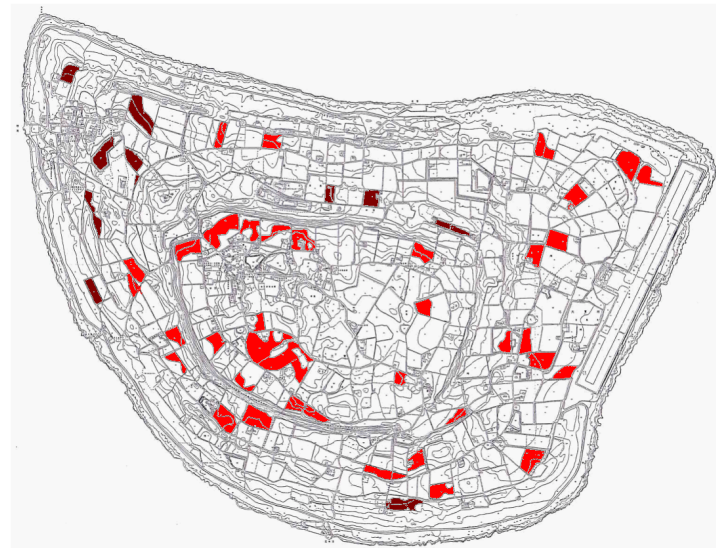


○土壌理化学性調査

化学性： pH、可給態リン酸、交換性塩基類（石灰、
苦土、加里）、CEC、腐植

物理性： 作土深（軟らかい土の層の厚さ）

生物性： 可給態窒素（微生物活性が関与）



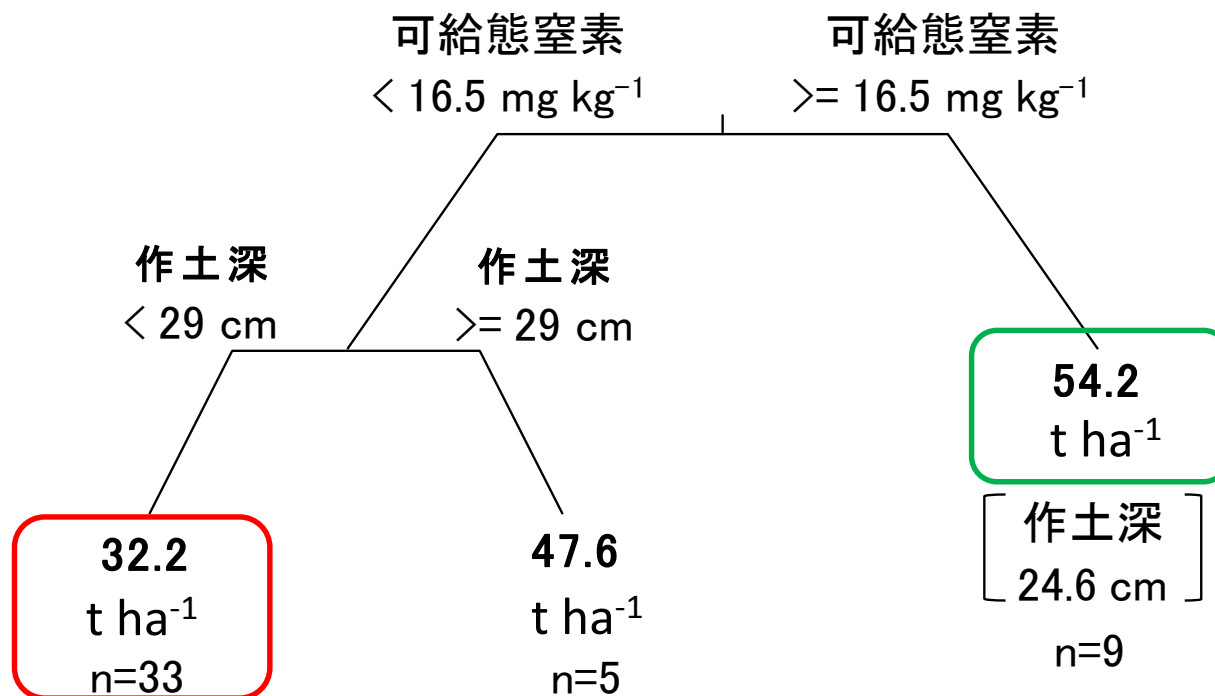
北大東島調査位置図

**土壌の3要素を
総合的に評価**

**多くのデータから
地域の実態を検証**

サトウキビ収量に影響する要因と土壌条件

回帰木解析(収量 vs 可給態窒素, 可給態リン酸, 腐植, 作土深, EC, 植え付け月)
CART = The classification and regression tree analysis



収量への影響大

収量が**高い**圃場: 可給態窒素 16.5 mg kg⁻¹以上

収量が**低い**圃場: 可給態窒素 16.5 mg kg⁻¹未満 かつ 作土深 29 cm未満

可給態窒素について

可給態窒素とは？

土壤中の有機物が微生物により分解する過程で発生する窒素で、地力窒素などとも呼ばれる。

地力、肥沃度の重要な指標になる

作物が吸収する
窒素

肥料からの窒素

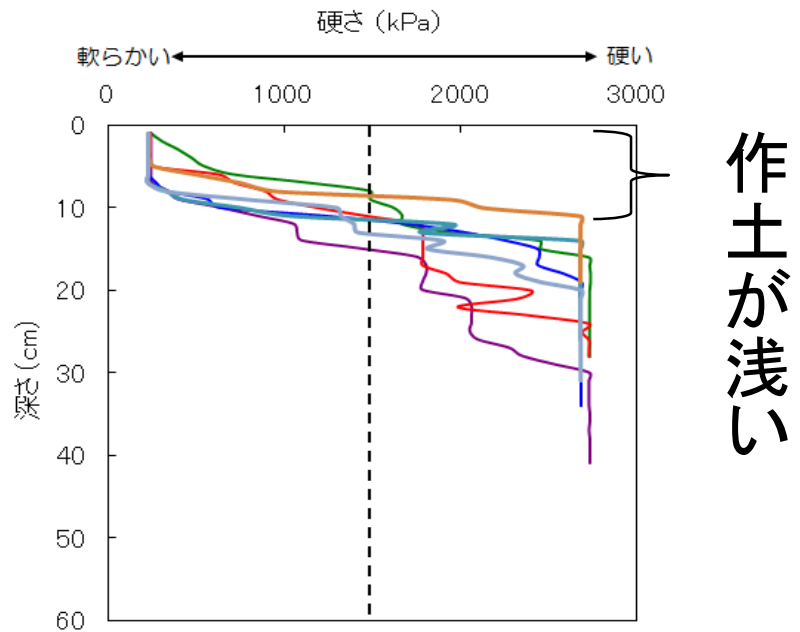
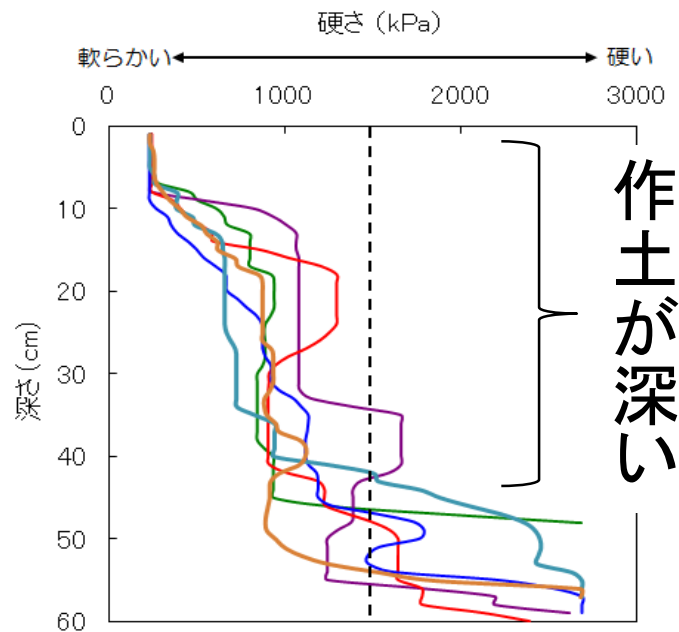
土壌からの窒素

サトウキビが吸収する窒素の**30～50%**が肥料由来(草場ら 2009)
→ それ以外の窒素は、土壌から供給される。

作土深について

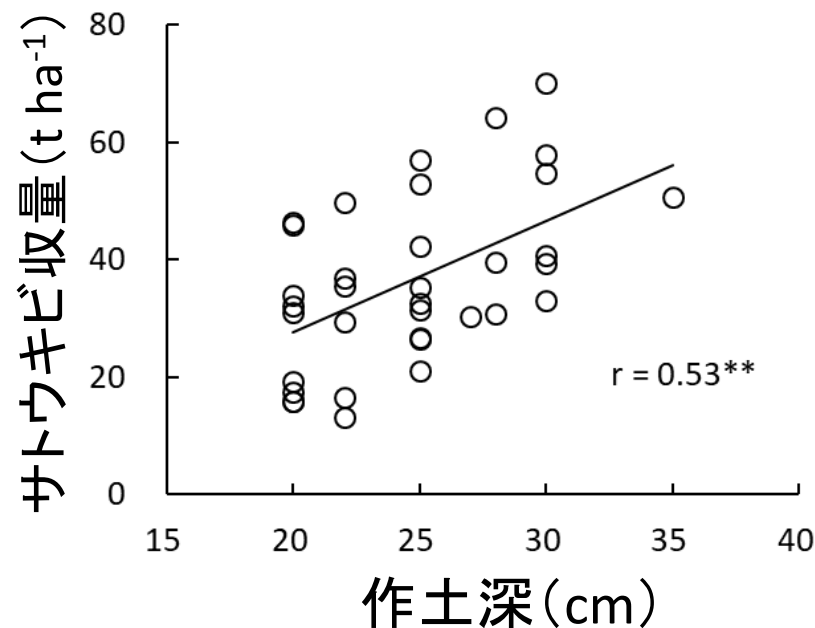
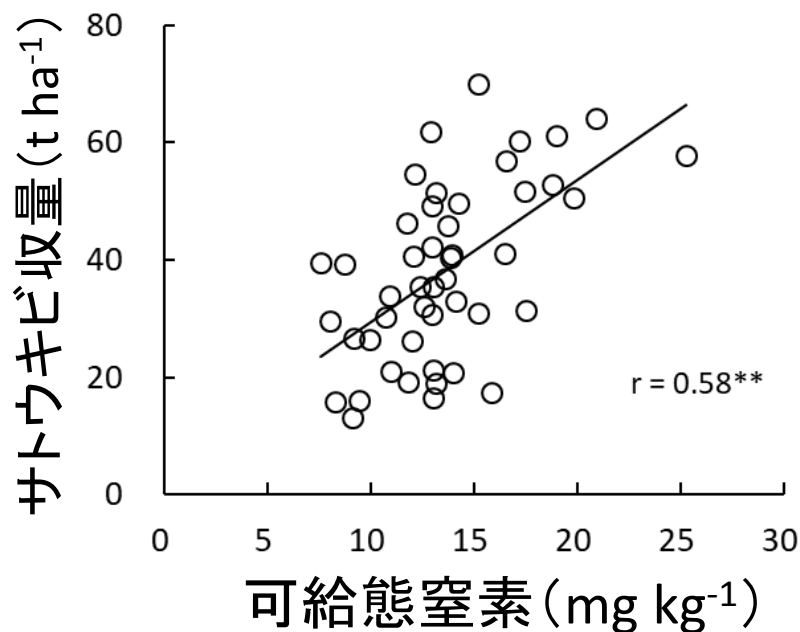
作土とは？

耕耘などの人為の影響により、かく乱された
土壌の表層。下層に比べ、膨軟で養分に富む。



サトウキビは深根性の作物であるため、作土深が浅いと、
根の伸長が抑制され収量が低下する。

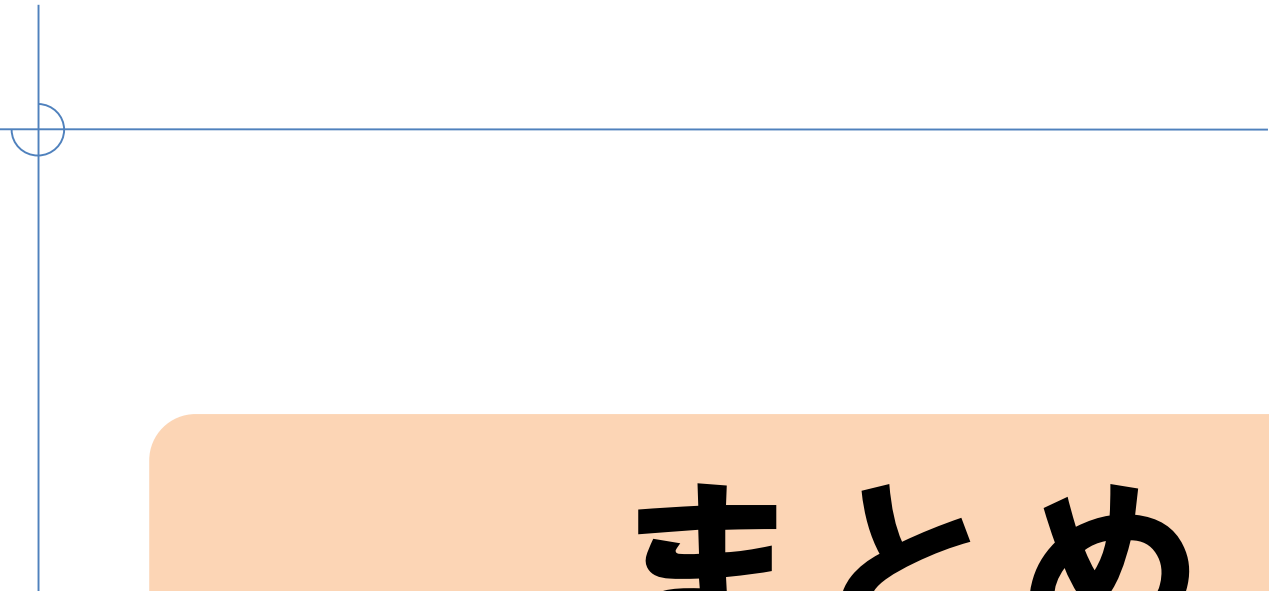
サトウキビ収量に影響する要因と土壌条件



収量に影響する主な土壌要因：可給態窒素、作土深

糖度に影響する主な土壌要因：交換性Mg、土壌pH

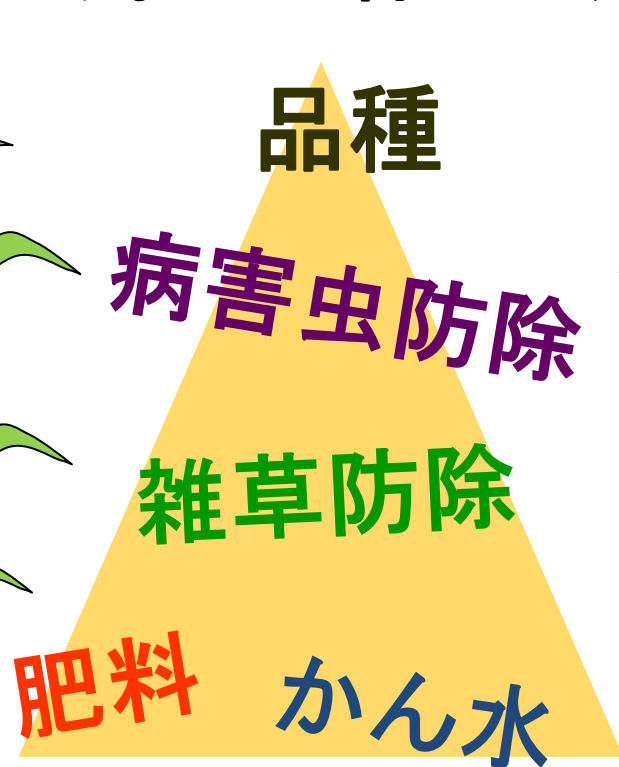
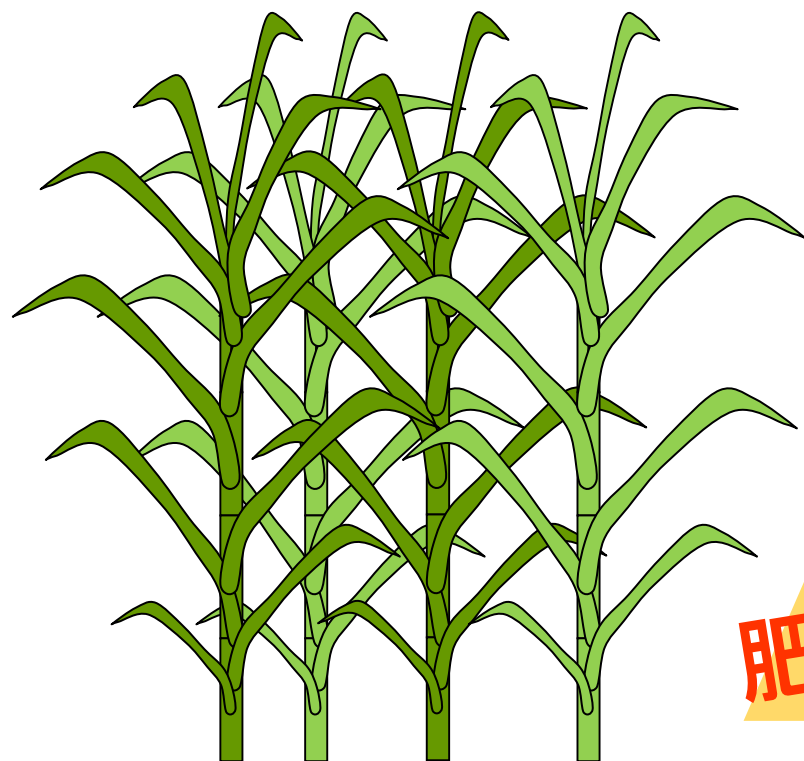
土壌の物理性・生物性も含めた総合的な土壌診断によって、
地域の生育阻害要因の把握と具体的な対策が可能となる。



まとめ

農業生産と土壌の関わり

農業の基本は**土づくり**。人の体づくりと同じ。



土づくり

改良は下から上へ

安定した作物生産を目指すために①

1. 沖縄の土壌は地力が低く、安定生産には適切な土づくりが必要である。
2. 土壌診断は土壌の生産阻害要因を把握する基礎技術である。
3. 個々の土壌診断データを網羅的に解析することで、地域の生産阻害要因も明らかにできる
4. 地域・産地全体としての具体的な対策実施が可能となる。

**土壌診断に基づいた土づくりの推進
が安定生産に繋がる！**



安定した作物生産を目指すために②

土壌診断(土の健康診断)の定期的な実施とデータの活用をお勧めします。



沖縄型簡易土壌診断システム 土のカルテ 土 壌 診 断 結 果

発行日 2015年 月 日

分析機関：(株)琉球環境リサーチ
診断機関：沖縄農業技術開発(株)
診断責任者：土壌医 吉田 晃一
(098-894-5726)

1. お客様データ

管理No.	275	依頼者名	見本	圃場主名	見本
作物名	バジル	土壌名	ジャーガル	分類 (J4)	診断法
					全農法

2. 総合所見

○今回の診断結果より
・土壌中の交換性加里(カリウム)の値が高く、腐植含量がやや低めの土壌です。
ECも適正範囲内ですが、やや高めになっています。その他の項目は問題ありません。
○今後の土づくりについて
・ハウス内なので、養分が蓄積しやすい状況です。その点を念頭に置いて土づくりを行って下さい。
・交換性加里が異常に蓄積すると、作物の苦土(マグネシウム)吸収が抑制される恐れがあります。
マグネシウムは光合成に必要な養分なので、加里含量の低い肥料銘柄(「666」や「877」)をお勧めします。
・腐植を向上させるために、緑肥の踏み込みをお勧めします。
・数作に1度は心土破砕(サブソイラー、プラソイラーなど)をして土壌を軟らかくして下さい。

※土壌診断はあくまでも目安です。収量を保証するものではありません。施肥量の決定は、お近くの営農指導員の方と相談することをお勧めします。

3. 土壌診断結果

分析項目	単位	測定 参考値※	適正範囲		グラフ
			下限	上限	
pH(H ₂ O)		8.4	7.0	8.0	
EC	mS/cm	0.4	-	1.0	
可給態リン酸 P ₂ O ₅	mg/100g	22.7	10	20	
交換性石灰 CaO	mg/100g	1111	702	1500	
交換性苦土 MgO	mg/100g	159	60	121	
交換性加里 K ₂ O	mg/100g	130	19	38	
硝酸態窒素 NO ₃ -N	mg/100g	-	-	25	
陽イオン交換容量 CEC	me/100g	22.2	25.0	-	
腐植含量	%	2.3	3.0	-	

※注意：測定参考値は目安の値です。真の値を保証するものではなく、証明等に使用することはできません。
土壌の状態は、総合所見に基づいてご判断下さい。

土壌に関する専門資格

- ・土壌医
 - ・土づくりマスター
 - ・土づくりアドバイザー
 - ・技術士(農業部門) → 国家資格
- 日本土壌協会

土づくりのことは、土壌の専門家にご相談下さい。

