

ラテンアメリカの持続的農業のための土壌肥培管理技術の事例(15)

誌名	農業および園芸 = Agriculture and horticulture
ISSN	03695247
著者	富田, 健太郎
巻/号	87巻6号
掲載ページ	p. 618-626
発行年月	2012年6月

ラテンアメリカの持続的農業のための土壌肥培管理技術の事例 [15]

— パナマのコクレ・ジャノス平原地帯における

持続的稲作生産を目指して (6-2) —

富田 健太郎*

〔キーワード〕: 土壌 (排水良好, 中湿潤および高湿潤), 耕耘法 (非耕耘および慣行耕耘), 陸稲, 窒素施用水準 (0, 30, 60 および 100kg N/ha)

1. はじめに

本稿は, 前報に引き続き, 番外編の Part II である。パラグアイのイタプア県 (Itapúa) Cornel Bogado 市で開催された国際イネシンポジウムの概況については, 前報で詳細に説明したので本稿では省く (国立イタプア大学が当番であった)。

タイトルは, 土壌環境 (排水良好, 中湿潤および高湿潤), 耕耘法 (非耕耘および慣行耕耘) および窒素施用水準 (0, 30, 60 および 100kg N/ha) という, 三因子による実験計画法に準じた陸稲栽培試験の成果であり, 30 分にわたって報告した内容の後半部分, 写真による生育状況も含めて, 播種 50 日後のイネ植物体の化学分析の結果について紹介する。

なお, 次の 2. の実験材料および方法については, 前報と重複するが, 念のため記しておく。

2. 実験材料および方法

IDIAP の El Coco 実験支所における仕事の一つであり, 土壌はインセプティソル (fino, mezclado, isohipertérmico, Aeric Trophaequept) に類別, 年平均降水量は 1480mm, 年平均気温は 20~35°C である。

試験の概要は, 土壌環境 (排水良好, 中湿潤および高湿潤), 耕耘法 (非耕耘および慣行耕耘) および窒素施用水準 (0, 30, 60 および 100kg N/ha) という三因子 (多因子) による分散分析法に準じた試験区画である (一区四連とした)。

イネ採用品種は IDIAP 145-05 であり, 播種量は 113kg/ha (発芽率に応じて調整した) であり, 播種法は全面播種とした。そして, 播種および施肥前に, それぞれの土壌環境において, 土壌物理学的特性の

調査として, 仮比重および浸透速度を測定した。

施肥に関しては, リン酸二アンモニウム (Di Ammonium Phosphate : DAP) を窒素およびリン酸の元肥として採用し, 窒素施肥 0, 30, 60 および 100kg N/ha 処理区に対して, 0, 30, 30 および 30kg N/ha を施肥した。DAP の保証成分は 18-46-0 であるので, 30kg N/ha の施肥と同時に, 80kg P₂O₅/ha も施肥される。

さらに播種 35 および 65 日後に窒素の追肥を実施したが, 採用肥料は尿素であり, 窒素施肥 0, 30, 30 および 100kg N/ha 処理区に対して, 35 日後に 0, 0, 15 および 35kg N/ha, 60 日後にもそれぞれ 0, 0, 15 および 35kg N/ha 追肥した。

なお, 窒素 0kg/ha である対照区に関しては, 重過リン酸石灰を採用し, 80kg P₂O₅ 元肥として施肥した (これは, 前報でも報告したように, 米国ノースカロライナ産のリン鉱粉末枯渇も含めて, パナマを含めた中米諸国でのリン酸単肥の市販が不可能な事態となり, 既存の重過リン酸石灰の節約・有効利用を考える必要があったための措置である)。

カリ肥料については, 元肥時に, 塩加 30kg K₂O および硫酸苦土カリ 20kg K₂O/ha を採用し, トータル 50kg K₂O/ha を施肥した。

最後に, 病害虫および雑草防除に関しては, 同 El Coco 支所の慣行法に準じた。そして, 土壌および植物体 (播種約 50 日後のイネ栄養生長期にサンプリング) の分析に関しては, DIAZ-ROMEY y HUNTER (1978) に準じる方法であり, Divisa 土壌研究室に依頼した。

3. 結果および考察

1) 播種約 50 日後のイネ植物体の窒素吸収率の結果

分散分析の結果から, 土壌環境および耕耘法に 1%, 窒素水準に 5% による有意差が認められた。図 1, 図 2 および図 3 に, 排水良好土壌, 中湿潤およ

* (株) 宏大 (Kentaro Tomita)

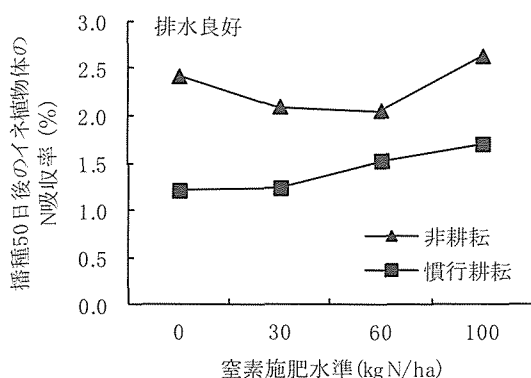


図1 排水良好土壌における耕耘法別の窒素施肥水準に応じた播種約 50 日後のイネ植物体の窒素吸収率の動態

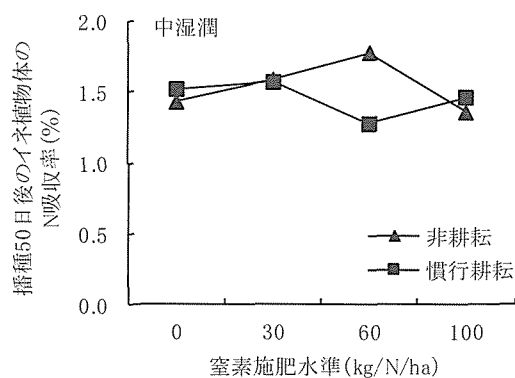


図2 中湿潤土壌における耕耘法別の窒素施肥水準に応じた播種約 50 日後のイネ植物体の窒素吸収率の動態

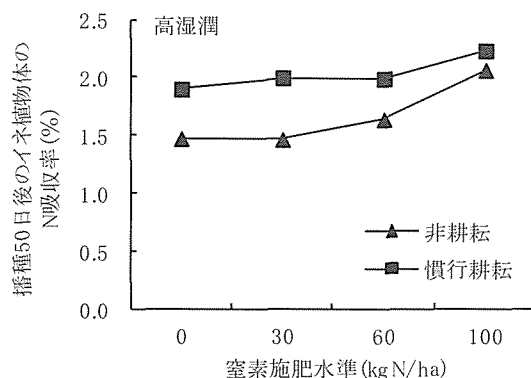


図3 高湿潤土壌における耕耘法別の窒素施肥水準に応じた播種約 50 日後のイネ植物体の窒素吸収率の動態

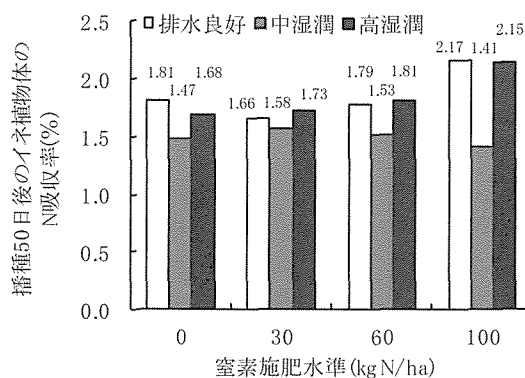


図4 土壌環境別の窒素施肥水準に応じた播種約 50 日後のイネ植物体の窒素吸収率の比較

び高湿潤土壌別における耕耘法別の窒素施肥水準に応じた播種約 50 日後のイネ植物体の窒素吸収率の動態を示す。とくに、湿潤土壌環境下では、窒素施肥水準に応じたイネ植物体の窒素吸収率が増大する傾向が観察された。これは、スコール後の高湿潤環境下によって、播種時の窒素元肥および播種 35 日後の追肥がイネ植物体に有効的に活用されたものと推察している。

図4に前記土壌別の窒素施肥水準に応じた播種約 50 日後のイネ植物体の窒素吸収率の比較を示す。排水良好土壌ならびに高湿潤環境下での窒素吸収率はほぼ同等であった。これは、排水良好土壌では、高砂含有率によって急速に施肥窒素がイネ植物体に利用されたこと、高湿潤土壌では、高粘土含有率および空気中の窒素を固定する緑藻類の繁茂も含めた高湿潤環境が窒素の有効利用に貢献した

ものと推測している。

他方、中湿潤環境下での窒素吸収率は、相対的に排水良好および高湿潤土壌よりも最低という結果であった。これは、土壌の高仮比重値によって、窒素の効率的な利用を阻害したのではないかと推測している。

2) 播種約 50 日後のイネ植物体のリン吸収率の結果

分散分析の結果から、土壌環境、耕耘法および窒素水準に 1% による有意差が認められた。図5、図6および図7に、排水良好土壌、中湿潤および高湿潤土壌別における耕耘法別の窒素施肥水準に応じた播種約 50 日後のイネ植物体のリン吸収率の動態を示す。とくに、高湿潤土壌環境下での非耕耘法を除いて、窒素施肥水準に応じたイネ植物体のリン吸収率の増大する傾向が観察された。これは、スコール後の高湿潤環境下によって、播種時の窒素元肥およ

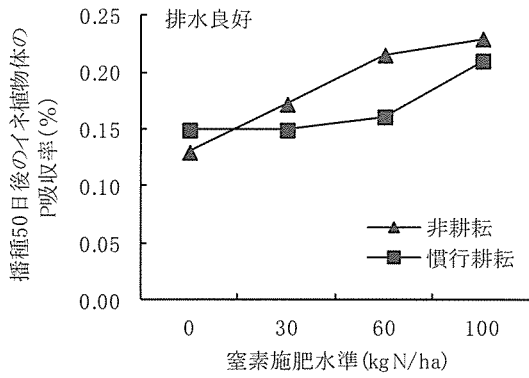


図5 排水良好土壌における耕耘法別のリン施肥水準に応じた播種約50日後のイネ植物体の窒素吸収率の動態

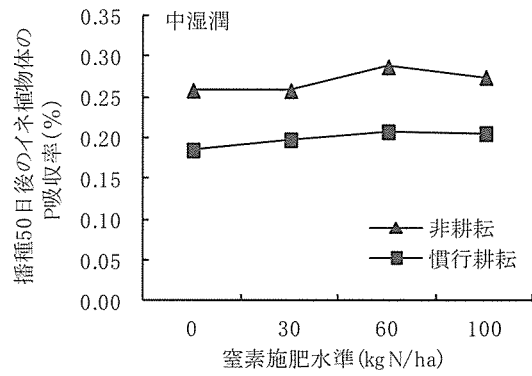


図6 中湿潤土壌における耕耘法別のリン施肥水準に応じた播種約50日後のイネ植物体の窒素吸収率の動態

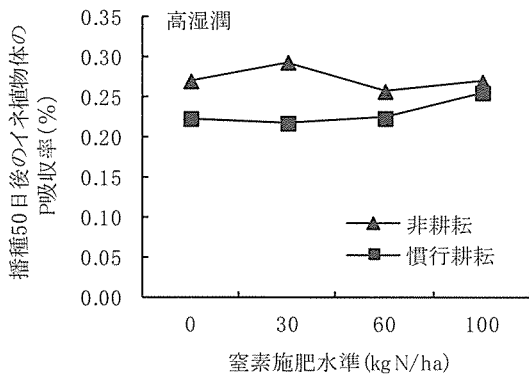


図7 高湿潤土壌における耕耘法別のリン施肥水準に応じた播種約50日後のイネ植物体の窒素吸収率の動態

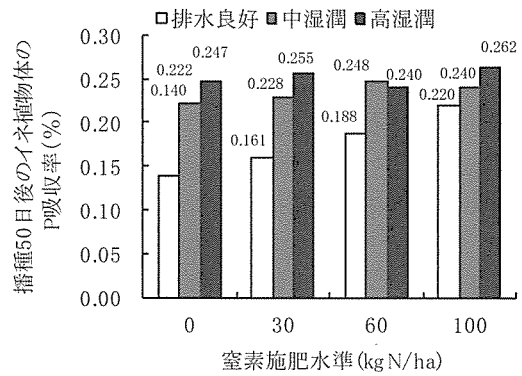


図8 土壌環境別の窒素施肥水準に応じた播種約50日後のイネ植物体のリン吸収率の比較

び播種35日後の追肥がイネ植物体に有効的に活用されたものと推察している。

図8に前記土壌別の窒素施肥水準に応じた播種約50日後のイネ植物体のリン吸収率の比較を示す。高湿潤土壌では、窒素施肥水準に応じて、相対的に、リン吸収率が增大し、他の土壌処理区よりも高いという結果であった。そして、続いて中湿潤土壌という結果であった。これは、還元反応を考慮に入れたスコール後の高湿潤環境および化学窒素施肥との相乗効果によって、イネ植物体のリン吸収率が増大したものと考えている。

さらに、図9に前記土壌環境別での耕耘法間における播種約50日後のイネ植物体のリン吸収率の比較を示す。全土壌処理区において、非耕耘法のリン吸収率が慣行耕耘法よりも高いという結果であり、中湿潤ならびに高湿潤でのリン吸収率がほぼ同じ値であり、それぞれ0.270および0.272(%)であっ

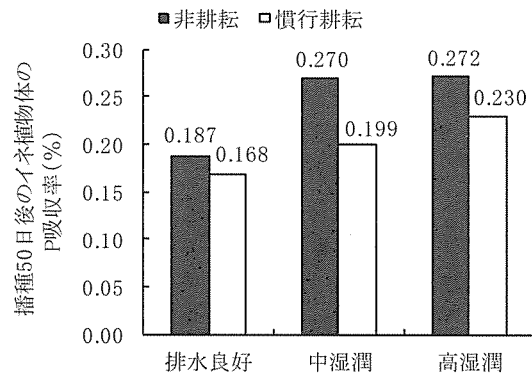


図9 土壌処理区別における耕耘法別の播種約50日後のイネ植物体のリン吸収率の比較

た。これは、湿潤状態での非耕耘法は、酸素を遮断することが考えられるので、還元状態が維持され、リンの吸収率も慣行耕耘法よりも高かったものと推察している。

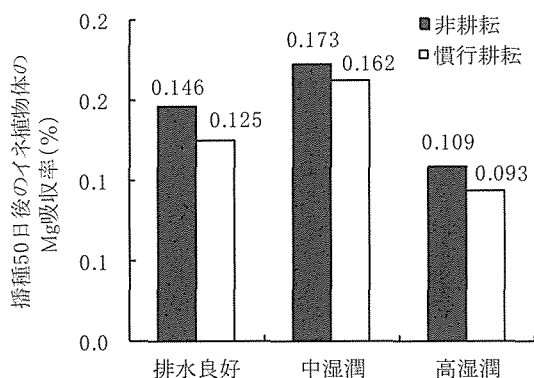


図 10 土壌処理区別における耕耘法別の播種約 50 日後のイネ植物体のマグネシウム吸収率の比較

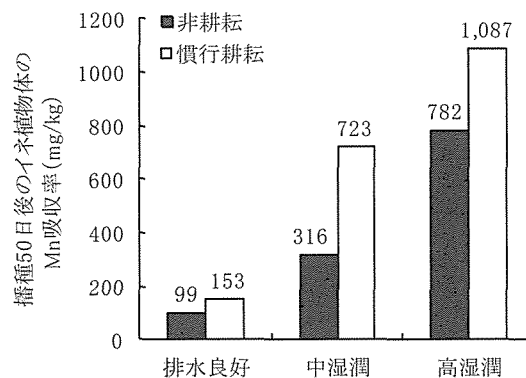


図 11 土壌処理区別における耕耘法別の播種約 50 日後のイネ植物体のマンガン吸収率の比較

他方、排水良好土壌での値は、他の処理区と比較して最低であったことは当然として、とくに、耕耘によって、施肥リン酸の固定が容易に進行することが考えられよう。これは、土壌中の Fe および Al との反応および/または結合現象である。つまり、排水良好土壌では、リン酸施肥後、土壌の高 Fe や Al 含有量によって、イネのリン吸収率が阻害されたものと考えられる。そのため、排水良好土壌では、図 5 における結果と併せて、播種 50 日後のイネリン吸収率は、慣行耕耘法の値が非耕耘法よりも低かったため、施肥リン酸の希釈なり固定が顕著であったものと推察している。

他方、中および高湿潤土壌では、子実収量の場合には、非耕耘法よりも慣行耕耘法が高いという結果であったのに対して（前報の図 4 および図 5 参照）、慣行耕耘法におけるリン吸収率は、非耕耘法よりも低いという結果であった。これは収量の増大傾向から考慮して、イネ植物体によるリン吸収率の希釈効果が生じたものと考えている。

3) 播種約 50 日後のイネ植物体のマグネシウム吸収率の結果

図 10 に前記土壌処理区別における耕耘法別の播種約 50 日後のイネ植物体のマグネシウム吸収率の比較を示す。分散分析の結果から、土壌環境および耕耘法に 1% による有意差が認められた。実際、中湿潤土壌でのマグネシウム吸収率が、耕耘法を考慮しない形であっても、他の土壌処理区よりも高いという結果であった。しかし、実際問題、高湿潤土壌での子実収量が最高という結果であった。他方、全土壌処理区において、非耕耘法のマグネシウム吸収

率は慣行耕耘法よりも高いという結果であり、これは、慣行耕耘法による栽培土壌の希釈効果が生じたものと推察している。

4) 播種約 50 日後のイネ植物体のマンガン吸収率の結果

図 11 に前記土壌処理区別における耕耘法別の播種約 50 日後のイネ植物体のマンガン吸収率の比較を示す。分散分析の結果から、先のマグネシウムと同様、土壌環境および耕耘法に 1% による有意差が認められた。

高湿潤土壌における慣行耕耘法のマンガン吸収率が、他の土壌処理区よりも高いという結果であった。相対的に、慣行耕耘法でのマンガン吸収率が非耕耘法よりも高いということが同図からも分かる。これは、播種および施肥前の土壌中の高 Mn 含有量も考慮に入れて（表 1 参照）、播種前の慣行耕耘によって、高湿潤土壌での Mn の有効度が増大し、イネ植物体によるこの吸収が促進されたものと考えている。

5) 播種約 50 日後のイネ植物体の鉄吸収率の結果

図 12 に前記土壌処理区別における耕耘法別の播種約 50 日後のイネ植物体の鉄吸収率の比較を示す。分散分析の結果から、先のマンガンと同様、土壌環境および耕耘法に 1% による有意差が認められた。イネ植物体のマンガン吸収率のケースと同様に、高湿潤土壌における慣行耕耘法の鉄の吸収率が、他の土壌処理区よりも高いという結果であった。これは、前記土壌処理区において、播種前の慣行耕耘によって、とくに土壌中の水溶性（または可溶性の）Fe の有効度が増大し、イネ植物体によるこの吸収が

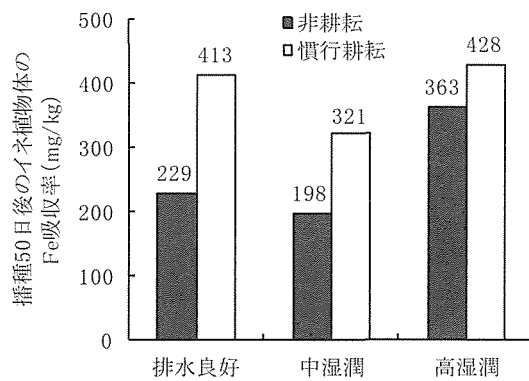


図 12 土壌処理区別における耕耘法別の播種約 50 日後のイネ植物体の鉄吸収率の比較

促進されたものと考えており、排水良好、中および高湿潤土壌での鉄吸収量は、それぞれ 413、321 および 428 (mg/kg) であった。とくに、排水良好および高湿潤での値はともに約 400 (mg/kg) であった。なお、排水良好地帯での鉄吸収量の増大は、一時的なスプリンクラーによる灌水によって、土壌表層が水たまりとなり、酸化鉄の還元化による Fe の有効度が増大したのではないかと推察しているが、あまり説得力のある考察ではない。

4. 結論

これらの得られた結果から、年間における降水量の変動を考慮した形で、湿潤地帯における土地の有効利用という視点からも陸稲栽培を奨励したい。とくに、年平均降水量よりも下回る降水量の時期 (2007 年度は約 1900mm, 2008 年度は約 1500mm

であった) は、排水良好地帯での陸稲栽培において高収量を期待することは不可能であろう (水分ストレスに陥る危険性あり)。

他方、湿潤土壌では、相対的に仮比重が高いので、慣行耕耘を実施することが妥当である。そして、最終的に、パナマのコクレ・ジャノス平原における陸稲栽培にとっては、窒素の最適および経済的施用量の観点から 60-100kgN/ha が要求されると結論付けた。

一般的に、コクレ・ジャノス平原の土壌は高 Mn および Fe 含有量を有するとして知られている。イネ栽培にとって、これらの問題を解決させるための戦略が要求されている。その幾例として、カリ肥料の分施による肥培管理および/またはこれらの元素に対して耐性を有するイネ品種を選択することが考えられよう。

いずれにしても、パナマではコメが主食であるので、陸稲の増収のための不良土壌に対する合理的な肥培管理の実施は重要である。

5. 陸稲栽培試験の写真紹介

前報に引き続き、パナマのコクレ・ジャノス平原地帯における本陸稲栽培試験において、代表的な写真のいくつかを紹介する (写真 1~写真 7)。

6. 国際イネシンポジウムの大会発表における表彰式

1) 大会発表者はイタプア大学農学部長から表彰を受けた

筆者が口頭発表を実施したのは 29 日、その翌日



写真 1 陸稲栽培試験の光景 (2009 年 11 月 11 日)
撮影: 富田 (2009)



写真 2 陸稲栽培試験の光景 (2009 年 11 月 12 日)
撮影: 富田 (2009)



写真3 陸稲栽培試験の光景 (2009年11月25日)
撮影：富田 (2009)



写真4 陸稲栽培試験の光景 (2009年11月25日)
撮影：富田 (2009)



写真5 陸稲栽培試験の光景 (2009年12月11日)
撮影：富田 (2009)



写真6 陸稲栽培試験の光景 (2009年12月19日)
撮影：富田 (2009)



写真7 陸稲栽培試験の光景 (2009年12月11日)
撮影：富田 (2009)

の30日の昼食前に、本大会発表者には表彰式が実施された。そのときの光景の写真も示す(写真8-11)。もちろん、筆者も本大会の当番であったイタプア大学農学部長より表彰を受けた。

写真8は本大会における参加者であるが、ほとん

どがパラグアイ各地からの参加者であったが、この他、アルゼンチンやブラジルからの参加者も見られた。2日間という短い期間であったが、かなりの数の参加者が見られたと思っている。もちろん、筆者のパラグアイの配属先である国立ピラール大学農学部関係者も参加した。写真9が筆者も含めて、本大会における口頭発表者全員の写真である(表彰状掲げて)。なお、スペイン語ではDiplomaという。

この後、本大会で報告した内容は、同大学の教官ならびに同国農業技術雑誌『El Productor』に掲載するというので、関連情報(Word, Excel, Power Point および写真)はメモリスティックを通じて、同大学のパソコンにコピーされた。このことが、前報でも記したが、パラグアイの大学生ならびに生産者教育材料の一つとして、パナマのコクレ・ジャノス平原地帯で実施された稲作生産の成果が掲載されていくことになるのである。

最後の写真10は筆者の表彰状、写真11は筆者の



写真8 国際イネシンポジウムの参加者の全景
撮影：富田 (2010)



写真9 筆者を含めた大会発表参加者全員(表彰状を掲げて)
撮影：Ximena (2010)



写真10 筆者の表彰状 Diploma (アップ)
撮影：富田 (2010)

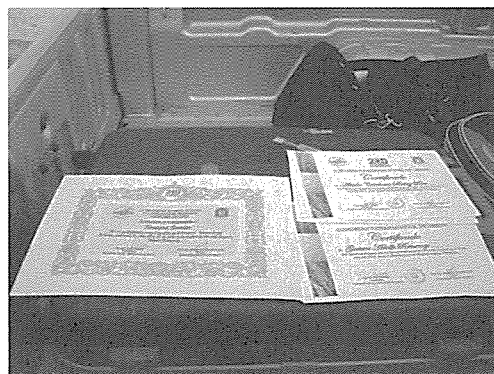


写真11 大会発表を実施した筆者と大会参加者の表彰状 Diploma の比較
撮影：富田 (2010)

ものと大会参加者の小さな表彰状(各自の名前記入)の比較である。このように、大会参加者全員にも小さな表彰状が授与される。口頭発表者と比べたらスケールは小さいが、コロンビア土壌学会ならびにラテンアメリカ土壌学会においても、大会参加者全員にこのような表彰状が授与され、実際、筆者も授与された。これは参加者にとって、一つの大会に参加した証となるもので、彼らにとっては非常に重要なものであり、必ずといっていいほど、この Diploma を欲しがるとの傾向にある。日本の関連学会の大会で、このような参加者全員に授与する Diploma があるだろうか？

このように、大会発表を積極的に行うと、得られる Diploma の大きさも違うし、自己アピールの場としても絶対的に重要である。残念なことに、ニエンブク県では稲作栽培が存在しないことも含めて、配

属先であるピラール大学農学部からの参加者(同大学農学部長も含めて6名)はただ参加するという形であり、一人くらい、発表者がいても良いのではないかと思ったほどだった。筆者は必ず海外で実施した仕事は、国内のみならず、ラテンアメリカ諸国においても、スペイン語で教育ならびに参考的視点の一つとして報告することをモットーにしている。第三者に対して、「富田が何をやっているのか」を示す意味でも重要な事項だと考えている。それゆえ、今回の大会においても、一つの可能性があれば、積極的に参加・発表したいという旨を伝える努力を惜しまなかったということであり、この方針を今でも維持している。そのおかげで、El Productor の編集者でもある MSc. Edil Páez とも親睦を図ることができ、コクレ・ジャノス平原時代の成果を中心に、同雑誌に連載されてきたことも含めて、一つの大き

な収穫であったと思っている。

2) パラグアイの任地であるニエンブク県 Pilar 市近郊の湿地環境と稲作の可能性

やがて、筆者のパラグアイ国の任地であるニエンブク (Ñeembucú) 県 Pilar 市近郊の湿地環境の実情を紹介していくことになるが、未開な湿地環境が存在している。このような環境に対する技術協力の一環として、豊富な水資源をどのように活用していくのか？その戦略の一つが、水田または陸稲栽培であると筆者は考えた。しかしながら、ここの小農には稲作の知識や経験は存在しないということなので、多国籍企業による大規模開拓が必要であり、小農は安定的な現金収入源として雇われる形が理想であると考えている。

Pilar 市はアルゼンチンとの国境の町でもあり、パラグアイ河を境となっている。実際、本大会では、アルゼンチンの Corriente 市からも参加者がおり、同地域での実情紹介もあった。それゆえ、パラグアイにおける稲作事情はもちろん、アルゼンチンやブラジルにおける事例紹介は、やがて機会を見て、本シリーズにおいて紹介することとしたい。

7. 次報では

次報では、再び、ラテンアメリカ土壌学会大会においてポスター発表した成果に戻る。この報告を実施する前に、土壌環境の多様性（排水良好、中湿潤および高温潤）による栽培試験の事例を紹介することが好都合と考えたからである。次報の成果を報告した後、この筆者の考えがそれなりにお分かりいただけるものと思っている。

引用図書および文献

- ANAM. Autoridad Nacional del Ambiente. 2004. Programa Nacional de Lucha Contra la Desertificación.
- Arias, Jiménez. C. A. 2007. Suelos Tropicales. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. p.20-24, 107-114.
- B. van RAJI(Traduzido). 1990. Potássio: Necessidade e uso na agricultura moderna, Em: Potash: "Its need & use in modern agriculture", publicado pelo Potash & Phosphate Institute of Canada em 1988. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato Piracicaba-SP. Brasil. pp.45.
- Byerlee, D. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT. México. p.79.
- CATIE 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central. Informe Técnico No.86.
- Contraloría de la República de Panamá. Dirección de Estadística y Censo 312. Sección 312. Producción Agropecuaria.
- Díaz, Romeu; Hunter, A. 1978. Metodologías de muestreo de suelos; análisis químico de suelos de tejidos vegetal y de investigaciones en invernadero. Casa editorial, Turrialba, Costa Rica. p.62.
- Foth, H. D. 1986. 土壌・肥料学の基礎 (江川友治監訳). 養賢堂. pp.23-28.
- 藤原俊六郎・安西徹郎・小川吉雄・加藤哲郎 1998. 土壌肥料用語事典. 農文協. pp.104-107, 180-185.
- Gupta, P. C. and J. C. O'Toole 1986. Upland Rice A Global Perspective, International Rice Research Institute(IRRI). pp.8-9.
- NHK 高校講座化学 第 30 回 無機物質, 無機化学工業. http://www.nhk.or.jp/kokokoza/tv/kagaku/archive/chapter_030.html
- Jaramillo, S. E. 1991. Pedones de campo y estaciones experimentales del IDIAP. Boletín Técnico No.38. Divisa. Panamá. pp.1-18, 32-34, 64-66.
- 菊池卓郎 2000. 農学の野外科学的方法「役に立つ」研究とは何か. 農文協. pp.24-88.
- 興津喜章 1993. 陸稲. 中南米・畑作技術指導マニュアル (林 健一編著). 全国農業改良普及協会. pp.61-72.
- パナマ共和国概要 (1999) <http://www.geocities.co.jp/Berkley/3860/panama.gaiyo.html> pp.3.
- Rajendra, P. and J. F. Power 1997. Soil fertility management for sustainable agriculture. CRC Lewis. New York. USA. pp.19-20.
- Rojas, M. 2006. Evaluación de la eficacia biológica del Insecticida, Acaricida SAFARI 15 EC, (pyridaben) para el control del ácaro *Steneotarsonemus pinkii*(Smiley 1961) en arroz(Acari: Tarsonemidae), IDIAP, El Coco, Penonomé, Panamá. pp.11 (未発表).
- 青年海外協力隊事務局海外第 1 グループ 2007. 海外グループオリエンテーション 2 資料. pp.44.
- Stephen, R. C. y L. P. Carter. 1976. Producción Agrícola (Manuel. M. B., E. P. Lucena y A. G. G. Castro 英文西訳). Editorial Acribia. Zaragoza. España. pp.101-105.
- 高橋英一・谷田沢道彦・大平孝次・山田芳雄・田中 明 1980. 作物栄養学. 朝倉書店. pp.126-157, 165-173.
- Tomita, K. y J. Villarreal. 2009. Efecto de cuatro niveles de N en el cultivo de arroz asociado con Acacia en un Inceptisol, Panamá. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, Colombia. Suelos Ecuatoriales. 39(2): 152-156.
- 富田健太郎 2003. 小農にとって再生産可能な水準でのアルティソル土壌の改良と作物生産ーパナマにおける農業技術協力を通じてー. 東京農工大学大学院連合農学研究科 学位論文 (博農乙 182 号). p. 146.
- 富田健太郎 2010. ラテンアメリカの持続的農業のための土壌肥培管理技術の事例 [1]ー本タイトル執筆背景および中米コスタリカで開催されたラテンアメリカ土壌学会に参加してー. 農業および園芸 85 (9) : 921-930. 養賢堂.
- 富田健太郎 2010. ラテンアメリカの持続的農業のための土壌肥培管理技術の事例 [2]ーラテンアメリカ土壌学会の技術案内旅行 (Gira Técnica) の稲作グループに参加してー. 農業および園芸 85 (10) : 1028-1036.

- 養賢堂.
- 富田健太郎 2011. 農業・園芸関係ボランティアのための基礎土壌肥料 [1] - 土壌と植物体における養分の動態および土壌を構成している粘土と有機物 -. 農業および園芸 85 (12) : 1209-1218. 養賢堂.
- 富田健太郎 2011. ラテンアメリカの持続的農業のための土壌肥培管理技術の事例 [9] - パナマのコクレ・ジャノス平原地帯における持続的稲作生産を目指して (1) -. 農業および園芸 86 (11) : 1097-1106. 養賢堂.
- 富田健太郎 2011. ラテンアメリカの持続的農業のための土壌肥培管理技術の事例 [10] - パナマのコクレ・ジャノス平原地帯における持続的稲作生産を目指して (2) -. 農業および園芸 86 (12) : 1177-1183. 養賢堂.
- 富田健太郎 2012. ラテンアメリカの持続的農業のための土壌肥培管理技術の事例 [11] - パナマのコクレ・ジャノス平原地帯における持続的稲作生産を目指して (3). 農業および園芸 87 (1) : 43-51. 養賢堂.
- 富田健太郎 2012. ラテンアメリカの持続的農業のための土壌肥培管理技術の事例 [12] - パナマのコクレ・ジャノス平原地帯における持続的稲作生産を目指して (4). 農業および園芸 87 (2) : 225-232. 養賢堂.
- 富田健太郎 2012. ラテンアメリカの持続的農業のための土壌肥培管理技術の事例 [13] - パナマのコクレ・ジャノス平原地帯における持続的稲作生産を目指して (5) -. 農業および園芸 87 (3) : 319-325. 養賢堂.
- 富田健太郎 2012. ラテンアメリカの持続的農業のための土壌肥培管理技術の事例 [14] - パナマのコクレ・ジャノス平原地帯における持続的稲作生産を目指して (6-1). 農業および園芸 87 (5) : 517-524. 養賢堂.