

No.

平成 1 1 年度

特別案件（事前）調査団報告書

「ブラジル国別特設 C/S マイコトキシン検査技術コース」

平成 1 2 年 3 月

国 際 協 力 事 業 団

兵庫インターナショナルセンター

兵 せ

J R

00 - 01

序

1 序文

マイコトキシンは最も強力な発癌物質であり、国際的に厳格な基準が設定されていますが、開発途上国においては当該検査技術の不備のために農産物の輸出が不振となる一因ともなっています。

こうした背景のもと、兵庫インターナショナルセンターにおいては、開発途上国において食品検査に従事している中堅技術者を対象にマイコトキシンの検査体制の整備方法や検査技術などの習得を目的とし、それをもって国際的な食糧貿易の安全性の向上と円滑な実施に寄与するため、「食品におけるマイコトキシン検査技術コース」を平成元年度に開設し、平成10年度までに18カ国から65人（内ブラジルから7人）の技術研修員を受け入れ、多大な成果を上げました。

一方、ブラジルにおいて農産物の輸出は重要な外貨獲得手段であり、今後もメルコスール（ブラジル、アルゼンティン、ウルグァイ、パラグァイの4カ国により構成される南米共同市場）内への輸出をも含めその動向がブラジル経済の発展に大きく関わってくると考えられます。しかしながら、ブラジルにおいては農産物のみならず食品全般においてもマイコトキシンによる汚染が深刻であり、当該汚染は経済的損失および国民の公衆衛生の観点からも問題となっています。

こうした状況に対応するため、ブラジル政府はマイコトキシンへの対策を国家プロジェクトに指定し、農務省レファレンスセンターの設置、農務省植物検疫検査部植物研究所の改革、各検査機関の拡充、人材の育成など、同問題への解決に向けて積極的に取り組んでいますが、同プロジェクトを推進するにあたり必要不可欠である検査技師が質・量ともに大幅に不足している状況にあり、人材育成の遅延が早急な問題解決を阻む要因となっているため、日本政府に対し人材の育成について所用経費の一部をブラジルが負担するとして協力を要請しました。

日本政府は当該要請に応え、国際協力事業団がブラジルのみを対象とした研修コースを新設し平成11年度より3カ年間にわたり18人の技術研修員を受け入れることとしましたが、兵庫インターナショナルセンターにおいて当該研修を実施するにあたり現地におけるマイコトキシンの汚染状況、検査内容、検査技術水準、検査技術の問題点、検査施設・設置機材の現況、研修要望内容などについて実状・要望調査を行うこととしました。

同調査は香川大学農学部の芳澤宅實教授を団長として一行5名を平成11年3月20日～28日にかけてブラジルに派遣し行われましたが、過密な日程をこなした調査を行われた団員の皆様方に対し、この場をお借りし、御礼申し上げます。

本事前調査が行われたことにより、ブラジル政府の要請に十分に応え得る効果・効率的な技術研修が実施できるものと期待しています。

終わりに、本調査にご支援とご協力をいただいた関係各位に対し、心から御礼申し上げます。

平成11年9月

国際協力事業団
兵庫インターナショナルセンター
所長 沢地 真



伯国外務省にて左から沢地団員、磯田通訳、中島団員、田中団員、芳澤団長



伯国農務省にて



農務省地方農務局ミナス・ジェライス州植物研究所にて



ペドロレオポルド動植物研究所



ブラジル農業研究公社・
アグロインダストリー
食品技術研究センターにて



CERELABにて



ENCALにて



サンパウロ州立農務省食品技術研究所にて



ESALQにて

目次

序

1 序文

2 写真

3 目次

調査の概要	1
1 調査の背景と目的	1
2 調査の内容	1
3 派遣国、派遣期間及び団員構成	2
4 調査日程	2
5 主な訪問先と面会者	2
現地調査結果	4
1 行政機関の取り組み	4
(1) 伯国外務省	4
(2) 伯国農務省	4
2 実務担当機関	5
(1) 農務省地方農務局ミナス・ジェライス州植物研究所	5
(2) EMBRAPA/ブラジル農業研究公社・アグロインダストリー-食品技術研究センター	8
(3) CERELAB	8
(4) ADOLFO LUTZ INSTITUTE	9
(5) ENCAL (Empresa Nacional de Classificação e Análise S/C Ltda.)	9
(6) ITAL/カリフォルニア州立農務省食品技術研究所	10
(7) ESALQ	10
総括・団長所感	12
参考資料	14
1 訪問国の関連行政組織図	14
2 コースカリキュラム	15
3 入手資料一覧	15

調査の概要

1．調査の背景と目的

本コースの実施により、マイコトキシン等の汚染物質の検査機関・研究所等において実際に携わる検査技師・研究者の育成が、短期的に実現可能となる。現在、マイコトキシン汚染により経済的及び国民の健康への被害を被っているブラジルにとって、本コースの早急な実施は是非とも必要である。

以下のニーズを綿密に調査することにより、研修内容のより一層の充実を図り、研修の効果的・効率的な実施を図ることを目的とし、調査を実施した。

2．調査の内容

上記目的を達成するため、対象国であるブラジルにおいて、下記の項目について調査を実施した。

- 1) 事前調査 (ア)当該分野の情勢・動向整理
(イ)関連する他の援助事業整理

- 2) 現地調査 行政機関
 - (ア)対象国の人材育成計画
 - (イ)対象国における候補者選定プロセス
 - (ウ)相手国による研修成果の把握・評価
 - (エ)研修効果と研修効果発現の阻害要因
 - (オ)当該分野の現状（技術水準）、展望と課題
 - (カ)今後の研修及びアフターケア事業に関する要望
 - (キ)その他現地関係者との意見交換

実務機関

- (ア)研修要望諸機関の展望調査
- (イ)研修要望諸機関の技術水準、技術的問題、
- (ウ)研修要望科目の調査

3 派遣国、派遣期間及び団員構成

派遣国 : ブラジル 派遣期間 : 平成11年3月20日～3月28日

団員構成 :

- (ア) 団長(総括) : 芳澤宅實(香川大学 農学部 教授)
- (イ) 団員(技術指導) : 田中敏嗣(神戸市環境保健研究所 食品化学部 主幹)
- (ウ) 団員(技術指導) : 中島正博(名古屋市衛生研究所 食品部 研究員)
- (エ) 調査企画 : 沢地 真(国際協力事業団 兵庫インターナショナルセンター 所長)
- (オ) 研修計画 : 柳 竜也(国際協力事業団 兵庫インターナショナルセンター 研修課)

4 調査日程

日順	月日	曜日	日程	内容
1	3/20	土	移動 : JL068 成田発 19:00 (via Los Angeles)	移動日
2	3/21	日	サパ ^o 到着 05:50 移動 : RG378 サパ ^o 発 09:00 ブラジ ^l 到着 10:30	移動日
3	3/22	月	JICA ブラジ ^l 事務所 在伯日本国大使館 伯国外務省研修課 伯国農務省	打ち合わせ 表敬訪問 ニーズ調査 etc.
4	3/23	火	移動 : VP295 ブラジ ^l 発 08:05 へ ^o ・ホ ^l ン ^g 着 09:15 農務省地方農務局ミナス ^g エリス州植物研究所	施設見学 ニーズ調査 意見交換 etc.
5	3/24	水	移動 : SL581 へ ^o ・ホ ^l ン ^g 発 08:45 リオ ^o ・デ ^o ・ジ ^o ャネ ^o 着 09:30 ブラジ ^l 農牧研究公社/全国食品ア ^g ロイ ^g ストリアル技術研究センター (EMBRAPA/CTAA/RJ) 移動 : VP957 リオ ^o ・デ ^o ・ジ ^o ャネ ^o 発 18:00 サパ ^o 到着 19:00	施設見学 ニーズ調査 意見交換 etc.
6	3/25	木	JICA サパ ^o 事務所 在サパ ^o 日本国総領事館 CERELAB ENCAL 移動 : (備上車にて) サパ ^o 発 ピ ^o ラシ ^g 着 ITAL	打ち合わせ 表敬訪問 施設見学 ニーズ調査 意見交換 etc.
7	3/26	金	ESALQ 移動 : (備上車にて) ピ ^o ラシ ^g 発 サパ ^o 到着	施設見学 ニーズ調査 意見交換 etc.
8	3/27	土	移動 : JL063 サパ ^o 発 00:05 (via Los Angeles)	移動日
9	3/28	日	成田着 13:15	移動日

5 主な訪問先と面会者

ブラジル

(1) ブラジリア-Brasilia-

(ア) JICA ブラジ^l 事務所

日時 : 平成11年3月22日(月) 09:00～09:40

面会者 : 蓮見所長、篠山職員

概要 : ブラジルに対する援助現況、日程打ち合わせなど

(イ)在伯日本国大使館

日時 :平成11年3月22日(月)10:00~10:20

面会者:水谷公使、川名一等書記官

概要 :調査目的の説明など

(ウ)伯国外務省研修課

日時 :平成11年3月22日(月)11:20~11:50

面会者:研修課長代理(Mr. Clerio Crippa)ほか1名

概要 :a. コストシェアリング(C/S)に関する再確認、
b. 研修員選考に係る手順等の聴取、など

(エ)伯国農務省

日時 :平成11年3月22日(月)15:00~17:30

面会者:農牧防衛局局長代理 Dr. Francisco Arinos Coasta e Silva,
同局局員 Dr. Girabis 他12名

概要 :研修概要及び詳細の確認

(2)ベロホリゾンテ-Bero Horizonte-

(ア)伯国農務省地方農務局ミナス・ジェライス州植物研究所

日時 :平成11年3月23日(火)

面会者:Mr., Ms.他1名

概要 :施設見学、研修概要の説明、検査に係るアドバイス等

(3)リオ・デ・ジャネイロ-Rio de Janeiro-

(ア)ブラジル農牧研究公社/全国食品加工技術研究センター(EMBRAPA/CTAA/RJ)

日時 :平成11年3月24日(水)

面会者:センター長 Ms. Marilia Regini Nutti, Mr. Esdras Sundfeld

内容 :施設見学、研修概要の説明等

(4)サン・パウロ-Sao Paulo-

(ア)JICA サパ 加事務所

日時 :平成11年3月25日(木)

面会者:池城次長、馬場現地職員

内容 :日程打ち合わせ等

(イ)在サパ 加日本国総領事館

日時 :平成11年3月25日(木)

面会者:牧領事

内容 :調査目的の説明など

(ウ)CERELAB

日時 :平成11年3月25日(木)

面会者:Ms. Cely Teixeira Rico, Ms. Mitie Kawano, Ms. Cirana Monteiro

内容 :先方によるプレゼンテーション、試験室見学等

(エ)ADOLFO LUTZ INSTITUTE

日時 :平成11年3月25日(木)

面会者:Dr. Myrna Sabino, Ms. Thais Valeria Milanez

内容 :試験室見学、意見交換等

(オ)ENCAL

日時 :平成11年3月25日(木)

面会者:Ms. Lilian R. Barros, Mr. Mario Steffen, Mr. Oswaldo A. Smitts

内容 :試験室見学等

(5)ピラシカバ-Piracicaba-

(ア)ITAL

日時 : 平成11年3月26日(金)

面会者 : Ph.D..Marta Hiromi Taniwaki, Ms. M. Fernanda Pentead M. Castro,
Ms. Neusely da Silva

内容 : 先方によるプレゼンテーション、試験室見学、検査に係るアドバイス等

(イ)ESALQ

日時 : 平成11年3月26日(金)

面会者 : 農学部長 Mr. Luiz Eduardo Guierrez, Ph.D. Homero Fonseca,
Ms. Maria A. C. Domingues, Mr. Eduard Micotti da Gloria

内容 : 試験室見学、意見交換等

現地調査結果

行政機関の取り組み

1 伯国外務省

研修コースの概要ならびに調査目的について説明した。

なお、ブラジル農務省が会計年度区分に伴う業務との関連で受け入れ期間を10月～12月から9月～11月に変更していただきたい旨要望していると説明がなされたが、研修実施機関の事情等により当該変更が困難な旨説明し、ブラジル農務省あてには当方から同日午後の会議において説明することとした。

通貨危機の懸念もあったため、再度C/S(所要経費一部のブラジル負担)についても確認した。

募集に係るG.I.の配布については、ブラジル農務省から提出される送付先リストに基づきブラジル外務省が配布するとのことで、また、各州の代表者を推薦する予定であるが、応募者が多数の場合の選考は、ブラジル農務省により行われることが確認された。

2 伯国農務省

伯国側から関係者14名が出席し約3時間にわたる話し合いが行われた。

先ず農務省農牧防衛局(SDA/MA)局長代理 Dr.Coasta e Silva 氏の挨拶の後、同局の Dr. Girabis 氏から本案件の背景が報告された。農牧防衛局(SDA)は植物防衛監視部(DDIV)、動物防衛部(DDA)、畜産物監視部(DIPOA)の3部からなり、DDIVは4つの課、すなわち植物研究所調整課(CLAV)、植物検疫課(CDSV)、農産物監視課(CGIV)および企画・評価課(CPRA)から構成されている。ブラジル農産物の輸出拡大に重大な障害となっている農産物のマイコトキシン汚染を改善するため、農務省は1997年6月10日付省令230号で、「植物系生産物・副産物および加工品におけるマイコトキシン管理全国プログラム」(PNCMV, National Program for Control of Mycotoxins on Products, By-products and Derivatives of Vegetal Origin)を定めた。本計画は、(1)人材養成・研究施設等の組織体制の整備、(2)実態調査・汚染地域特定のためのモニタリング体制の確立、認定発行、(3)管理・予防対策の3段階から構成されている。

次に、全植物研究所を統轄するCLAVのDr. Hamilton氏からブラジル農務省におけるマイコトキシン検査機関につき概要が説明された。国内の8つの植物研究所のうち6研究所がマイコトキシンの研究を行っているが、最近、メルコスールのアフラトキシン規制値(トウモロコシとピーナッツ20ppb、その他食品30ppb)が従来の国内基準よりも下げられ、さらに輸出農産物に対する国際市場の基準はさらに厳しくなっているが、これに対応できる技術は極めて不十分な状況にあり、傘下の研究機関の整備が早急に望まれている。

この点が、本特設コストシェアリングプロジェクトの要請と関連するところである。政府は当該研究の設備充実のために150万ドルを投資した。とりわけ、ミナスジェライス州ベロオリゾンテ市の植物研究所は10人のマイコトキシン担当者を要し、設備面でも充実し国内では最も先進的であり、国際水準に見合った技術の向上に努力しつつある。今後、同研究所をコアとして他州の関連機関に技術普及する必要がある。このようなブラジル側の取り組み体制とその熱意を斟酌願いたいし、先にチュニスで開催されたFAOマイコトキシン会議でも高い評価を得ているところである。

最後に、ミナスジェライス植物研究所のマイコトキシン研究室長であり、平成6年度マイコトキシン集団研修コースの帰国研修員であるE. A. Vargas氏から、PNCMVプロジェクトの詳細が説明された。これには農務省管轄の8組織が関係し、研究施設（基盤整備・分析法確立・認可）、人材育成・資格付与、サンプリング計画、監視・実態調査、関係法規・基準、研究・地方普及等の事項について検討する。対象となる農産物は、ピーナッツ、トウモロコシ、コーヒー豆、ブラジルナッツ・カシュナッツ、ダイズなどであり、マイコトキシンとしてはアフラトキシン、オクラトキシンAのほか、トウモロコシを汚染するゼアラレノン、トリコテセンおよびフモニシン、リンゴジュース中のパツリンであり、それらの規制はCODEXの基準を参考にして検討する考えである。

以上の説明の後、本特設コースの実施時期、研修人員（年6名、3年間18名の予定）、人選の基準（農務省機関、Embrapa、農務省指定機関の優先順位でマイコトキシン研究者のうちから選考）、使用言語（英語）などについて意見交換ならびに確認がなされた。

2 実務担当機関

下記の計8機関における、ブラジルでのマイコトキシンの実態/現場の技術レベル/研修ニーズ等を中心に報告する。

(1) 農務省地方農務局ミナス・ジェライス州植物研究所

本施設は今回の計画の実質的発案者であるMs. Eugenia A. Vargasの所属する研究所で、ミナス・ジェライス州ベロ・ホリゾンテ市にある。（Ms. Eugenia A. Vargas: 1994年JICA集団研修コース「食品におけるマイコトキシン検査技術/兵庫インターナショナルセンター」の修学生。研修終了後、農産物の品質確保にとって、マイコトキシン問題の解決が極めて重要であるとの認識から、この計画を立案した。）

組織の機構は図1に示したように5試験室があり、その一つがマイコトキシン試験室である。この施設をブラジル農務省におけるマイコトキシン試験のリファレンスセンターとして機能させるべく現在試験室を整備しているところであった。

床面積約500㎡で試料受付及び保管室、ドラフトチャンバーを備えた前処理室、高速液体クロマトグラフ（HPLC）等の機器を置く機械室、そして洗浄室等が配置され、マイコトキシン試験室としてまずまずのスペースが確保されていた。今後の検討課題としては、機器の整備、機械室の空調、洗浄室の改良、試験器具類の整備等があげられる。

現在、ペドロ・レオポルド市にある動物研究所（LARA/Pedro Leopordo）の一角を借用して試験法の検討、モニタリング検査及び技術者の育成等を行っていた。

「植物系生産物、副産物及び加工品におけるマイコトキシン管理計画(PNCMV)」による研究生9名（薬学、化学、獣医学卒業）がアフラトキシン（AMAYA-TLC法）、オクラトキシン（アフィニティーカラム-HPLC法）、ゼアラレノン（TLC法）、トリコテセン（TLC法）、フモニシンの分析（アフィニティーカラム-TLC法）を行っていた。

試験法の概略を図2に示す。新旧の試験法が混在しており、標準法を確立するには今後さ

らに整理検討を加える必要がある。

機械機具の整備状況は、島津製作所社製「蛍光検出器及びUV 検出器付き HPLC」と「蛍光検出器付き HPLC」の2つのシステムが設置されていた。いずれもグラジェント及びパソコンによるデータ処理装置がセットされていたが、オートインジェクターはなく、カラムオープンも一方のみであり、精度管理面で若干気になった。

その他、クロマトスキャナー（島津製作所社製）、ロータリーエバポレーター（BUCHI Labo. Tech. 社製）、ブレンダー等が整備されていた。

機器の操作は納入時に説明がなされ、通常の操作はマスターしていた。また、故障の時の対処は、サン・パウロに島津製作所の営業所があり、メーカーによる対応は可能であるとのことであった。しかし、日常の保守点検そして機械の原理についてはさらに研修の必要性を感じた。

試験検査機関の精度管理に必要な GLP（Good Laboratory Practice）への対応状況は、国際的な基準を参考に検査試料の受付及び検査実施マニュアルは作成されていたが、機械器具については操作マニュアルのみで機械器具等保守管理マニュアルは未整備であった。

図 1 植物研究所組織機構

研究所長	(1) 総務
	(2) 種子試験室
	(3) 微生物試験室
	(4) 肥料・土壌改良剤試験室
	(5) 飲料・酢試験室
	(6) マイコトキシン試験室

図 2 マイコトキシン試験法の概略

・ 図 2-1 アフラトキシンの分析法

Sample (50 g)

- ・ Add 300 ml chloroform
- ・ Add 10 ml water
- ・ Shake for 30 min
- ・ Filter
- ・ Add sodium sulfate
- ・ Filter

100 ml filtrate

- ・ Evaporate to dryness
- Florisil cartridge column (1 g/6ml)
- ・ Wash with 6 ml chloroform-hexane (1:1)
 - ・ Wash with 6 ml chloroform-methanol (9:1)
 - ・ Elute with acetone-water (97:3)
 - ・ Evaporate to dryness
 - ・ Dissolve in 200ul benzene-acetonitrile (98:2)

TLC

・ 図 2-2 ゼアラレノンの分析法

Sample (25 g)

- ・ Add 100 ml acetonitrile-water (84:16)
- ・ Add 3 g celite
- ・ Shake for 30 min
- ・ Filter

5 ml filtrate

Romer MycoSep #224 column

2.5 ml purified extracts

- Evaporate to dryness

Dissolve in 300ul methanol

TLC and HPLC (C18 column 250mmx4.6,

methanol-water (4:1),

flow rate 0.5 ml/min

Ex 280 nm, Em 465 nm)

• 図 2-3 トリコテセン系マイコトキシンの分析法

Sample (25 g)

- Add 100 ml acetonitrile-methanol (1:1)
- Shake for 30 min
- Filter

Florisil cartridge column

- Elute with acetonitrile-methanol (1:1)
- Evaporate to dryness
- Dissolve in benzene-acetonitrile (98:2)

TLC (toluene-ethyl acetate-formic acid (5:4:1))

- Derivatize with 20 % AlCl₃ and 10 % sulfuric acid

• 図 2-4 フモニシンの分析法

Sample (50 g)

- Add 100 ml methanol-water (8:2)
- Add 5 g NaCl
- Shake for 30 min
- Filter

10 ml filtrate

- Add PBS/tween
- Filter

10 ml filtrate

Immunoaffinity column (Vicam)

- Elute with methanol

– Evaporate to dryness

- Dissolve in methanol-water

TLC (C18 reverse phase plate)

- Derivatize with fluorescamin

• 図 2-5 オクラトキシンの分析法

Sample (25 g)

- Add 200 ml methanol-3% NaHCO₃ (1:1)
- Shake for 30 min
- Filter

10 ml filtrate

- Add PBS

Immunoaffinity column (Vicam)

- Elute with 4 ml methanol
- Evaporate to dryness

- Dissolve in 300ul methanol-acetic acid (99:1)

HPLC (C18 column, Ex 332 nm, Em 476 nm)

(2) Embrapa/ブラジル農業研究公社・アグロインダストリー食品技術研究センター

(Brazilian Agricultural Research Corporation, National Research Centre for Agroindustrial Food Technology)

本施設はリオデジャネイロ市郊外にあり、農務省管轄の Embrapa に所属する全国 39 研究センターの 1 つとして 1973 年に設立された。さまざまな規模の食品企業に対する、研究者・技術者によるコンサルタント、技術的な要請への研究対応、多目的パイロットプラント、情報提供などを主たる業務である。本施設には、食品科学技術情報部、穀物部、食品添加物・品質管理部門（物理化学、官能検査、微生物、液体クロマトグラフィーの 4 研究室）、脂質・精油部（ガスクロマトグラフィー研究室）、食品工業部（パイロットプラント）および収穫後技術部が置かれている。収穫後技術部は、マイコトキシン、菌学および収穫後生理学の 3 研究室から成り、1994 年からマイコトキシンの研究が行われている。現在スタッフは 2 名で、対象農産物はトウモロコシ、コーヒー豆、ピーナッツなどであり、アフラトキシンとオクラトキシン A を Amaya-TLC 法（目視検出）により分析しているが、精度的に問題がある。マイコトキシン専用の研究室も僅かで、整備状況も不十分である。現有の HPLC 装置はビタミン等の食品分析に使用されて、マイコトキシン分析にも要事共用されているようであり、専用機器の導入とそれを管理できる人材の育成が望まれる。菌学研究室の整備状況も極めて初歩的な段階であり、2 名のスタッフが配置されているが、菌の同定のできる人材を養成する必要がある。

(3) CERELAB

本施設はサンパウロ州サンパウロ市にあり、食品加工部門に対応するため 1984 年に創立された民間研究所である。当研究所は農務省に認定されており、1986 年には LANRVE（国内植物研究レファレンスラボラトリー）に指定された。研究所間の確認作業を目的として、英国の FAPAS (Food Analysis Performance Assessment Scheme)、及び FEPAS (Food Examination Performance Assessment Scheme) と提携し、またブラジル国内においては ADOLFOLUTZ 研究所、及び ITAL（食品技術研究所）と提携している。

本研究所には 4 つの試験室（マイコトキシン、物理化学、微生物、顕微鏡）があり、マイコトキシン試験室のスタッフは 3 名（Ms. Cely Teixeira Rico, Ms. Mitie Kawano, Ms. Cirana Monteiro）で、農務省の植物研究所マイコトキシン試験室及び ADOLFOLUTZ 研究所でのトレーニングを受けている。

マイコトキシン分析は、主としてサンパウロ内の民間会社が取扱う輸出ピーナッツ及びピーナッツ製品のアフラトキシン B_1 、 B_2 、 G_1 、 G_2 について 1984 年から行っており、月に約 50 検体程検査している。近年、ブラジルナッツのアフラトキシン分析も行う必要性が出てきたという説明がなされた。

アフラトキシン試験法は、サンパウロ連邦大学農学部教授の Homero Fonseca 博士が開発したサンプリング法と TLC 法（検出限界 1 ppb、回収率 80% 以上）を用いているとのことだったが、目視による定量を行っているためその精度はあまり期待できないと考えられる。

マイコトキシン試験室といっても、実際には他の試験も行っている部屋の一角であり、アフラトキシン分析用設備は試料の抽出、精製のためのドラフトチャンバー 1 台、及び紫外線照射器だけであり、機械器具の整備状況はかなり悪かった。今後、マイコトキシン専用の試験室の整備、及び高速液体クロマトグラフ等の機器の導入が望まれ、また、マイコトキシン研修の必要性も感じられた。

(4) ADOLFO LUTZ INSTITUTE

当初の訪問計画には含まれていなかったが、1995年 JICA 集団研修コース「食品におけるマイコトキシン検査技術 / 兵庫インターナショナルセンター」の修学生 Ms. Thais Valeria Milanez の所属する研究所であるため昼食時間を割り訪問した。

ADOLFO LUTZ INSTITUTE はサン・パウロ州の保健省直轄の感染症や衛生に関する総合的な中央公衆衛生研究所である。この研究所は細菌研究所と化学・食品栄養研究所が1940年に統合設立された。その組織図は図1のとおりである。

この研究所は12の地方研究所が市の評議会、地方保健局そして連邦保安システム (INAMPS) との保健ネットワークを実施している。

中央研究所には800人が勤務しており、その内150名が医学、生物学、化学等の科学者である。

Ms. Thais Valeria Milanez は Bromatology and Chemistry Division の Biological Chemistry Service, Biological Chemistry Section に所属する研究員で、マイコトキシンやビタミンの分析を行っている。特にマイコトキシンについては、ブラジルのマイコトキシン分野を代表する研究者の一人で、2000年にブラジルで開催される IUPAC のコーディネーターの一員でもある Dr. Myrna Sabino の指導のもとアフラトキシン、オクラトキシン、デオキシニバレノール等について主に市販食品中のマイコトキシンの分析を実施していた。

方法は薄層クロマトグラフ法 (TLC 法) が中心であったが、最近高速液体クロマトグラフ法 (Shimadzu LC-10Avp) 及びガスクロマトグラフ質量分析計 (Finigan GCQ) が導入され、今後これらの機器で分析を試みる予定であった。

図1 ADOLFO LUTZ INSTITUTE の組織

1. Bromatology and Chemistry Division
 - (1) Food Service
 - (2) Applied Chemistry Service
 - [1] Biological Chemistry Section
 - [2] Additives and Pesticides Residues Section
 - [3] Cosmetics and Hygiene Products Section
 - [4] Toxicology Section
 - [5] Water Section
 - [6] Plastics, Varnish and Packaging Section
 - [7] Specialized Equipments Section
 - (3) Drugs Service
2. Medical Biology Division
3. Pathology Division
4. Basic Service Division
5. Administrative Division
6. Regional Laboratories Division

(5) ENCAL (Empresa Nacional de Classificacao e Analise S/C Ltda.)

本施設はサンパウロ州サンパウロ市にあり、農務省が各州に1つ民間委託している農産物の格付検査会社であり、格付け試験室、化学試験室、及びマイコトキシン試験室の3つの試験室を所有している。マイコトキシン試験室には5名のスタッフがあり、その内訳は食品技師 (ラボ責任者) 1名、化学検査員3名、器具洗浄補助員1人であった。分析施設の床面積は30m²程度であった。

現在のところ、アフラトキシン分析の対象農産物は主としてピーナッツであり、'99年

1月から3月までにピーナッツ123検体、コーン1検体、及びコーヒー1検体を検査している。分析方法はAmaya-TLC法（検出限界1ppb、回収率64-120%）で、目視による定量を行っていた。尚、現在農産物のアフラトキシン汚染の有無をスクリーニングするのにELISA法をテストしているとのことであった。機械器具の整備状況はドラフトチャンバー、紫外線照射器だけであり、かなり不十分であった。

見学時にピーナッツ試料の調製を行っていたが、かなり雑で、検査結果のバラツキが生じる可能性があるように思われた。また、今後ゼアラレノン、アフラトキシンM₁及びトリコテセン類等の他のマイコトキシンについても検査を行う予定があると聞き、マイコトキシン研修の重要性が感じられた。

(6) ITAL (Instituto de Tecnologia de Alimentos, サンパウロ州立農務省食品技術研究所)

本施設はサンパウロ州カンピーナス市にあり、1969年にサンパウロ州農務省が創立した。本研究所は9つのセンター及び試験室(Chocolate and Candy Technology Center, Daily Technology Center, Food Chemistry and Applied Nutrition Center, Food Information Center, Hortifruticulture Technology Center, Meat Technology Center, Packing Technology Center, Physical, Sensory and Statistical Analysis Laboratory, Microbiological Laboratory)を所有しており、1985年よりマイコトキシン検査を微生物学試験室内で行っている。マルタ・ヒロミ・タニワキ(Dr. Marta Hiromi Taniwaki)博士を中心に他2名(Ms. M. Fernanda Penteado M. Castro, Ms. Neusely da Silva)のスタッフがマイコトキシン検査に携わっており、ピーナッツ及びコーンのアフラトキシン及びゼアラレノン、コーヒーのオクラトキシンAについて分析を行っている。分析法は、アフラトキシン及びゼアラレノンがTLC(AOAC Method)法（検出限界はそれぞれ2ppb、55ppb、回収率はどちらとも90%）で、オクラトキシンはアフィニティカラム-蛍光光度計法（検出限界は0.5ppb、回収率は95%）であった。

現在、マイコトキシン専用の分析室は小スペースしかなく、機械器具等の設備はまだ不十分であったが、今後充実させていくようである。高速液体クロマトグラフ(HPLC)については、本年6月には導入するとのことであった。タニワキ博士より、現在パペス(州の財団)からの奨学金をもとにコーンのアフラトキシン汚染に関する研究を行っており、またコーヒー中のオクラトキシンについて、ネスルの協力のもとにアフィニティカラムを用いて研究を始める予定があることの報告を受けた。

タニワキ博士は1980年代初頭より、真菌の研究を行っており、またマイコトキシンに関する知識も豊富であり、今後マイコトキシン分析用機器(HPLCやGC等)の導入が行われることにより、本研究所でのマイコトキシン研究は飛躍的に発展すると考えられる。また同博士は、今年度より開催されるブラジル国別特設C/Sマイコトキシン検査技術コースは、分析法の確立、技術をマスターしていく上でとても関心があると述べた。

(7) ESALQ (サン・パウロ州立大学)

本施設はサンパウロ州ピラシカバ市(Piracicaba city)にあり、1931年開校した。1964年に修士課程、1970年に博士課程が設置され、食品・栄養、農業産業、農業経済、農業微生物といった農業科学分野において最も貢献している大学の一つである。

1965年マイコトキシン研究室(LABMIC)がESALQの食品・栄養、農業産業部門の一つの研究室として設立された。本研究室はブラジル農務省が認定するマイコトキシン分析の公

的機関の一つである。1986年現在の場所に移転し、施設面積は300m²で試料調製及び粉碎室を含む二つの研究室からなる。学部長のルイズ・エデュアルド・グティヤーズ(Dr. Luiz Eduard Gutierrez)及び創設に貢献したホメロ・フォンセカ博士(Dr. Homero Fonseca)のもとマリア・ドミンゲス(Ms. Maria A. C. Domingues)、エデュアルド・グロリア(Mr. Eduard Micotii da Gloria)らが中心になり、教育、研究、民間サービス等多くの活動を行っている。

教育関係では農業経済技術コースの学生にマイコトキシンとその中毒症を、各部門から進学してきた修士課程の学生には()マイコトキシン防除、管理及び検査、()汚染食品の脱毒化、()穀類の品質確保等の研究課題で教育訓練が行われていた。

また、民間へのサービスとして、マイコトキシンの依頼分析を受け付け、1998年には800件のマイコトキシン分析を行っていた。

アフラトキシン、オクラトキシンA、ゼアラレノンについては分析証明を発行しており、デオキシニバレノール、T-2トキシンなどのトリコテセン系マイコトキシン及びシトリニン、パツリンの分析も行っていた。検出、定量はTLC法が中心で、一例として、アフラトキシンの分析法を図1に示す。

その他、政府機関及び民間の専門家への教育訓練、マイコトキシン対策に関する相談、情報提供、講習会などの活動状況が説明された。

図1 アフラトキシンの分析法

Sample preparation

- Grind the peanuts
 - Prepare the slurry : peanuts-water (1:1)
- 60 g slurry (30 g peanuts)
- Add 270 ml methanol
 - Shake for 30 min
 - Filter
- 200 ml filtrate (20 g peanuts)
- Add 200 ml 30% (NH₄)₂SO₄ solution
 - Add 50 g diatom. Earth
 - Filter
- 250 ml filtrate
- Add 150 ml H₂O
 - Add 10 ml Chloroform (twice)
 - Shake for 3 min
- 10 ml Chloroform layer
- Evaporate to dryness
 - Dissolve in 200ul benzene-acetonitrile (98:2)

TLC

総括・団長所感

ブラジルは、わが国から約 24 時間の飛行に片道 2 日間を所要する遙かな国である。そして、赤道から南緯 30 度の熱帯・亜熱帯域に、854 万平方 km の広大な国土をもち、食糧危機が予測される 21 世紀の世界的動向に大きな影響を及ぼす農業大国である。トウモロコシ、ダイズ等の主要穀物をはじめ、コーヒー豆、オレンジ、バナナ、パイナップル、葉タバコ等の世界屈指の生産国であり、牛、馬、豚、鶏を生産する世界的な畜産王国でもある。しかし、国土の大半が熱帯・亜熱帯に位置するため、農産物の微生物汚染による品質劣化は深刻であり、特にアフラトキシンのような強力な発がん性マイコトキシンによる農産物汚染は極めて厳しい状況にあり、ブラジル国内での食料・飼料汚染とそれに伴う家畜被害やヒトへの健康被害の問題、さらに農産物の輸出促進の上で大きな障害となっている。

1991 年には発展途上国間の自由貿易ブロックとしては世界ではじめて、ブラジル、アルゼンチン、ウルグアイ、パラグアイの 4 カ国から成る南米南部共同市場 (MERCOSUL) が設立され、95 年から域内貿易自由化がはじまり、96 年にはチリとの自由貿易に合意し、さらにボリビアも準加盟国となり、市場規模を拡大しつつある。また、2005 年を目標にメルコスールと EU との間に貿易自由化を目指している。このような市場拡大に伴い、ブラジル農産物は重要な外貨獲得手段として期待されているが、低品質のため家畜飼料に廻され、経済的効果をあげていないのが実情である。96 年にはメルコスールのアフラトキシソ規制値が、トウモロコシ、ピーナツおよびそれらの製品に全アフラトキシソ 20ppb、生乳 0.5ppb、粉乳 5 ppb に設定され、これまでの国内基準値が 30ppb であったブラジルに新たな対応が求められ、さらに国際市場に対応した農産物の品質・安全性の確保が重要課題でなっている。そこで、農産物のマイコトキシン汚染を改善するために、97 年に農務省省令 230 号「植物系生産物・副産物および加工品におけるマイコトキシン管理計画(PNCMV)」を定め、プロジェクトを開始した。

一方、平成元年(89 年)より兵庫インターナショナルセンターで実施されている「マイコトキシン集団研修コース」に、ブラジルから 7 名の研修生(平成 10 年度(98 年)現在)を受入れ、技術研修が行われてきた。その間、平成 8 年度(96 年)にはブラジル農務省の要請を受けて JICA 専門家 2 名が派遣され、当該国におけるマイコトキシン検査技術ならびにレファレンスセンター設立に関する調査が行われた。翌 9 年(97 年)には、ブラジル農務省より PNCMV プロジェクトの一環として、経費一部負担による技術研修特設コースの平成 10 年度(98 年)からの開始が要請された。要請内容は、具体的かつ切実なものであり、技術的にも一部高度な内容を含み、さらに研修成果は直ちに現地に還元される必要があるため、従来型の集団研修方式では先方の要望には応えることが無理であると判断された。そこで、本事業の開始に先立ち当該国を訪問して関係施設の現状や要望を明確に把握し、それらを研修内容に具体的に反映する目的で、本事前調査が実施された。

今回の事前調査を、先ず人的ストックの面から見ると、サンパウロ大学 ESALQ と Adolfo-Lutz 研究所のような主要機関には経験豊かで国際的に著名な指導者が活躍している。これは、ブラジルにおけるマイコトキシソの歴史は比較的早く、ブラジルから英国に輸出されたピーナツ絞り粕が原因となり、発がん性のアフラトキシソの発見の契機となった七面鳥大量斃死事件(1960 年)の直後から研究が開始されたことによる。また、ミナスジェライス植物研究所でも若い人材が育ちつつあるが、他の機関においては当面の通常業務を処理できる人材はいるものの、今後予定されている検査技術水準の向上、検査施設・設備の拡充・整備、スタッフの指導、他機関との連携・共同の推進等に対応できる

人材が乏しい。したがって、3年間の集中的な人材養成を目的とした本特設コースの実施は時機をえた案件として評価される。

検査技術水準の点では、アフラトキシンを主たる検査対象としているが、ほとんどの機関がTLCを用いて目視により判定しているため、分析精度に期待できないのが現状である。デンストメーターにより定量しているのは、2機関のみであった。アフラトキシンの高精度検査、さらにオクラトキシンAやフモニシン等のマイコトキシンの検査を進めるためには、液体クロマトグラフの導入は不可欠であるが、ミナスジェライス植物研究所を除く他機関では極めて不十分もしくは皆無であった。

総じてミナスジェライス植物研究所は農務省傘下の実質的な先導的機関に相応しく、施設、設備、人的構成、経験・実績等の面で他に比べ数段優れている。したがって、本研究所スタッフの集中的な研修と合わせて、関連機関の人材を養成することが、今後の当該国における展開を促す上でも望ましいと考えられる。

本研修の成果は当面、ミナスジェライス植物研究所をコアに、全国5ヶ所のレファレンスラボの設立、それらの連携と認定ラボ間のネットワーク形成へと発展すべく計画されている。このような展開は、メルコスールにおけるブラジルの優位性を確保するとともに、周辺国への技術移転や人材育成へと発展する可能性をも秘めており、大いに期待されることである。

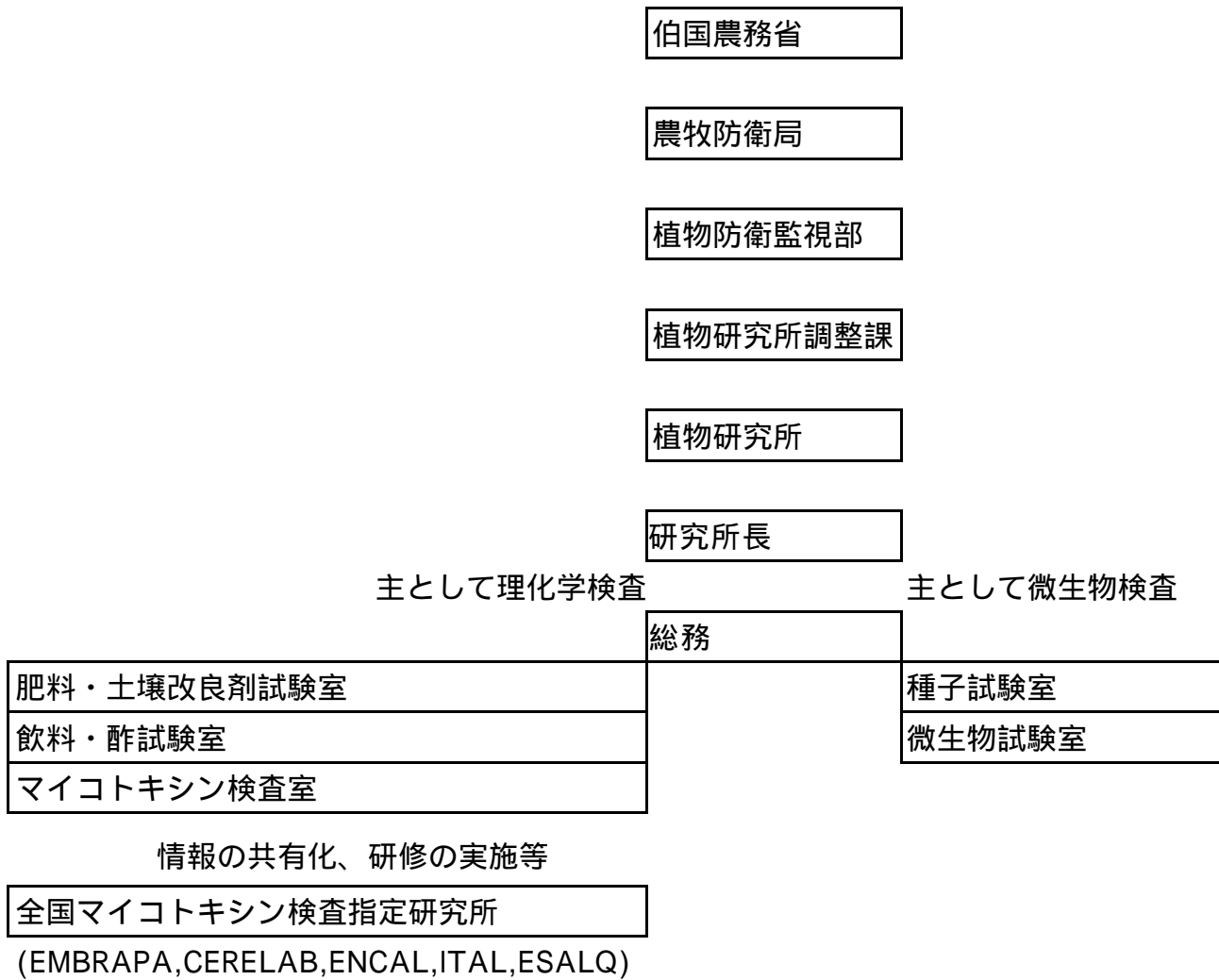
かつてのJICA集団研修コースの一研修員が帰国後その専門分野でキーパーソンとして活躍する中で、本コストシェアプロジェクトを実質的に起案し、それが実現すること自体大いに評価されることであるが、その成果が当該国の今後の体制整備や貿易振興、さらに「第3国研修」などを通じて周辺国との協調や共存に結びつくことになれば、これに優る国際貢献はなかろう。このような点でも、本プロジェクトの研修内容の綿密な企画と円滑な実施は大変重要な意味を持つものと肝に銘じている。また、特設コースの成果の現地定着をより確実なものにするため、専門家派遣と現地技術研修、器材支援を企画することも必要であろう。

現地滞在のあいだ常時、農務省研究員2名(J. M. Becker氏、E. A. Vargas氏)が随行して訪問先々でいろいろと便宜を図っていただいたため、短期間の過密日程にもかかわらず円滑な調査を終えることができた。このようなブラジル農務省の熱意に敬意を表するとともに、本特設コースの関係者の叡智とチームワークで先方の期待に応えていきたい。

最後に、本事前調査は国内およびブラジルの関係機関の格段のご支援とご協力のもとに行われたものであり、改めて関係各位のご理解に深く感謝する次第です。

参考資料

1 訪問国での関連行政組織図



2 コースカリキュラム

(ア)ジェネラルオリエンテーション / 5.0 日

来日後 4 日間 JICA 大阪国際センター(OSIC)にて実施、その後 JICA 兵庫インターナショナルセンター(HIC)にてブリーフィングを実施する。

(イ)カントリーレポート発表会 / 0.5 日

(ウ)講義 / 5.5 日

- a. マイコトキシンに関する規制
- b. マイコトキシンに関する総論
- c. マイコトキシンのサンプリング
- d. マイコトキシン分析
- e. マイコトキシンの免疫分析
- f. マイコトキシンの発生と毒性

(エ)実習 / 23.5 日

- a. TLC, HPLC, GC, GC-MS, ELISA を使ったマイコトキシンの分析
(アフラトキシン・オクラトキシン A・フザリウムトキシン)
- b. マイコトキシンを生産する真菌類の分類及び特定方法について

(オ)見学 / 1.0 日

(カ)研修に対する評価及び閉講式 / 0.5 日

3 入手資料一覧

1) Questionare に対する各訪問機関からの回答文書

1. 農務省
2. 農務省地方農務局ミナス・ジェライス州植物研究所マイコトキシン研究所
3. EMBRAPA
4. CERELAB
5. ENCAL
6. ITAL
7. ESALQ

2) その他各研究所のパンフレット等