

地球規模課題対応国際科学技術協力 (SATREPS)
分野・領域
(生物資源分野「生物資源の持続可能な利用に資する
研究」領域)

課題・案件名「乾燥地生物資源の機能解析と
有効利用」
(相手国:チュニジア)

終了報告書

期間 平成 21 年 6 月～平成 27 年 3 月

代表者氏名:磯田 博子
筑波大学生命環境系 教授
筑波大学北アフリカ研究センター センター長

§ 1 プロジェクト実施の概要

地球環境問題において沙漠化進行は、単に広大な乾燥地域を有する開発途上国の問題ではなく世界的な食糧生産・資源経済基盤を脅かすものになりかねない。また近年、地球環境保全や各国の生物資源の権利等の観点から、生物多様性が重視されている。このような背景から、その支援体制として未利用・荒廃化土壌の環境に見あった適正な植生資源の創出に向け、生物多様性条約に則り乾燥地生物資源の生息環境調査による特性を解明し、有用成分の機能解析および高度利用システムの開発を行う。これにより地球規模での持続的・資源循環的食料システムの開発や沙漠化防止に向けての環境問題解決につなげることを目標とした。具体的には、伝承的薬効を有する乾燥地植物から抽出した有効な生理活性成分の機能性メカニズム解析および精製を行い、医薬品あるいは機能性食品原料としての用途開発を行う。さらに、環境に順応した育種を目指し、乾燥地植物の耐塩性や耐乾性の分子生物学研究を行う。さらに、それを支えるエコリージョンシステムの開発として、乾燥地生物の生育基盤である土壌および水について物理化学的・生物学的分析を行い、その量的・質的な確保を目指すべく、土壌劣化の種類・程度をその水分・栄養成分の分析により把握する。

本事業による成果物として、①乾燥地生物資源の種・生息環境情報、機能性・化合物、期待される利用法などを集約したデータベース、②多様な抽出方法による生物資源画分のバーコード管理ライブラリーなどが考えられ、地球規模での持続的・資源循環的食料システムの開発や、砂漠化防止に向けての環境問題解決につながると期待される。さらに、チュニジアが世界に先駆けた乾燥地生物資源研究拠点となることも期待される。また、学術的知見に基づく知的国際貢献を具現化し、戦略的な技術協力・経済協力の案件形成に結びつくこと期待された。

プロジェクト開始以降、国内外での学会発表、国際ジャーナルへの発表、チュニジアとの特許共同出願を行い、チュニジア側 CP の訪日や日本側研究者の現地視察・現地研修を通じて、共同研究を推進した。また JICA 短期・長期研修を通じて、知識と技術の習得を行い、技術移転および人材育成を図った。

本プロジェクトの研究成果として、チュニジア側共同研究機関への研究機器の導入、筑波大学でのチュニジア人研究者 32 名の短期・長期研修の実施、筑波大学でのチュニジア人留学生 6 名の博士学位取得、本邦研究者の現地派遣、国際シンポジウムの共同開催(6 回)、原著論文発表 72 件(うち国際誌 70 件)、学会発表 208 件(うち国際学会 117 件)、著作 12 件、特許の共同出願 6 件、有用生物資源データベースの開発、産学連携の促進が報告されている。また、アウトリーチ活動やシンポジウムでの講演を通じ、SATREPS 事業やチュニジアについて広報している。

§ 2. プロジェクト構想(および構想計画に対する達成状況)

(1) 当初のプロジェクト構想

本事業では、乾燥地生物資源(オリーブや薬用植物)の有用成分の探索・機能性評価・生産・製品化といった一連のプロセスを統合的に行うための基礎構築を目標とした。この目標を達成する為、生物資源有用性評価グループ、生産基盤整備グループ、データベース構築グループ、育種方法開発グループ、製品化技術開発グループに分かれ、それぞれ活動を行った。

生物資源有用性評価グループ:

乾燥地生物資源の有用成分の機能性及びその生育環境の解析を目的とし、伝承薬効に基づいた有用生物資源の選定、有効成分の同定、バイオアッセイによる機能性評価とメカニズム解析、採取地環境調査を行う。

生産基盤整備グループ:

乾燥地生物資源の生産のために、地域環境に適合した高度水利用技術や安定的・持続的な生産環境の改善方法の開発を目的とし、アルカリ塩類集積リスクの高い地域で、堆積物を活用した安定的・持続的な生産環境改善法の検討、水資源利用における環境リスク評価、有用生物資源生産に必要な水資源の確保技術の開発を行う。

データベース構築グループ：

乾燥地生物資源に関するライブラリーを含む統合データベース構築を目標とし、データベースの設計・構築・統合、運営体制の設計、ライブラリーの構築と運営体制の構築を行う。

育種方法開発グループ：

分子マーカーを活用した耐乾性食用作物の育種方法開発を目標とし、乾燥耐性と乾燥に適応するための関連形質に關与する遺伝子座の同定、乾燥耐性と適応関連形質とに連鎖する分子マーカーの開発を行う。

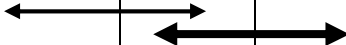
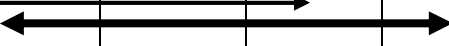
製品化技術開発グループ：

乾燥地生物資源の利用・製品化に関する技術開発を目標とし、有用生物資源の経済価値評価、機能性成分を利用した食品加工技術の導入、大規模な食品加工技術の開発を行う。

(2)新たに追加・修正など変更したプロジェクト構想
該当なし

(3) 活動実施スケジュール (実績)

(Plan of Operation に実績のバーチャートを線引きしたもの)

項目	H21年度 (10ヶ月)	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度
1. 乾燥地生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)の有用成分の機能性およびその生息環境の解析【成果1】 (生物資源有用性評価 Group) 1-1-1 伝承的薬効にもとづいた有用生物資源の選定 1-1-2 土地利用形態別情報により対象植物(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)の生息地域を選定、植物本体の収集 1-1-3 選定された植物(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)からの溶媒抽出、画分調整 1-2-1 バイオアッセイによる生物資源の機能性評価 1-2-2 評価された機能性に関する活性本体の同定、メカニズム解析 1-3-1 有用生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)の採取地点周辺の最新の気象時系列データの構築 1-3-2 有用生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)の採取地点周辺の土壌データの構築 1-3-3 有用生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)の生息地域の環境特性を評価						
2. 乾燥地生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)の生産のために、地域環境に適合した高度水利用技術や安定的・持続的な生産環境の改善方法の開発【成果2】 (生産基盤整備 Group) 2-1 アルカリ塩類集積のリスクの高い地域における堆積物を活用した安定的・持続的な生産環境の改善方法の検討 2-2 水資源利用における環境安全性のリスク評価 2-3 有用生物資源生産のための量的・質的水資源の確保技術の開発						

3. 乾燥地生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)に関するライブラリーを含む統合データベースの構築【成果3】 (データベース構築 Group) 3-1-1 データベース枠組みの設計 3-1-2 1-2-2、1-3-3、2-3 の結果をデータベースに入力 3-1-3 それぞれの研究機関で構築されたデータベースを CBS のデータベースに統合 3-1-4 データベースの運営体制の構築 3-2-1 1-1-3 で抽出された生物資源画分のライブラリーを構築 3-2-2 バーコード管理ライブラリーの運営体制を構築						 
4. 分子マーカーを活用した耐乾性食用作物の育種方法の開発【成果4】 (育種方法開発 Group) 4-1 耐乾性食用作物の乾燥耐性と適応関連形質に関与する遺伝子座の同定 4-2 乾燥耐性と適応関連形質と連鎖する分子マーカーの開発						
5. 乾燥地生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)の利用法・製品化に関する技術の開発【成果5】 (製品化技術開発 Group) 5-1 有用生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)の経済性評価 5-2 有用生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)由来の機能成分について食品加工技術の導入 5-3 食品加工のスケールアップ技術の開発						

*2011 年 5 月にチュニジア国内でおきた機材輸送中の事故が生じたことと、その後の事故機材に関する手続きが長引いたことからすべての開始が遅れることになった。

§3 プロジェクト実施体制

3-1 実施体制

(1) 筑波大学グループ

【日本側】

グループリーダー	氏名	所属	役職 (身分)	研究参加期間			
				開始		終了	
				年	月	年	月
○	礪田 博子	生命環境系/北 アフリカ研究セ ンター	教授/センタ長	H21	6	H27	3
	徳永 保	教育推進部	教授	H25	4	H27	3
	中嶋 光敏	生命環境系/北 アフリカ研究セ ンター	教授	H21	6	H27	3
*	奥野 員敏	北アフリカ研究 センター	研究員	H21	6	H27	3
	繁森 英幸	生命環境系	教授	H23	4	H27	3
	辻村 真貴	生命環境系	教授	H21	12	H27	3
	我妻 ゆき子	医学医療系/次 世代医療研究 開発・教育統合 センター	教授	H25	4	H27	3
	入江 光輝	生命環境系/北 アフリカ研究セ ンター	准教授	H21	6	H27	3
	村田 聡一郎	医学医療系	准教授	H25	12	H27	3
	柏木 健一	人文社会系/北 アフリカ研究セ ンター	准教授	H21	6	H27	3

	川田 清和	生命環境系/北 アフリカ研究セ ンター	助教	H21	12	H27	3
	Marcos Neves	生命環境系/北 アフリカ研究セ ンター	助教	H22	4	H27	3
	南雲 陽子	生命環境系	助教	H24	7	H27	3
	岩崎 真紀	人文社会系/北 アフリカ研究セ ンター	助教	H21	12	H27	3
*	河内 敦	北アフリカ研究 センター	助教	H22	4	H27	3
	VILLAREAL MYRA ORLINA	北アフリカ研究 センター	助教	H22	4	H27	3
	上山 一	北アフリカ研究 センター	助教	H23	8	H27	3
	本嶋 秀子	北アフリカ研究 センター	研究員	H25	4	H27	3
	王 政	北アフリカ研究 センター	研究員	H25	4	H27	3
	喜田川(渡邊)たま き	北アフリカ研究 センター	研究員	H25	8	H27	3
■	Mahmoud BEN OTHMAN	北アフリカ研究 センター	研究員	H26	11	H27	3
*	河村 好恵	北アフリカ研究 センター	技術補佐員	H25	5	H27	3
	近藤真司	大学院生命環 境科学研究科	研究補助員(D2)	H23	4	H27	3

	中山 健	大学院人間総合科学研究科	研究補助員(D2)	H25	12	H27	3
	池谷 亜有美	大学院生命環境科学研究科	研究補助員(D1)	H24	4	H27	3
	中崎 瑛里	大学院生命環境科学研究科	研究補助員(D1)	H26	4	H27	3
	村上 果	大学院生命環境科学研究科	研究補助員(M2)	H25	4	H27	3
	若本 伸敏	大学院生命環境科学研究科	研究補助員(M2)	H25	4	H27	3
	松川 隼也	大学院生命環境科学研究科	研究補助員(M2)	H25	4	H27	3
	柴山 直之	大学院生命環境科学研究科	研究補助員(M2)	H25	8	H27	3
	古川 真理子	大学院生命環境科学研究科	研究補助員(M2)	H25	8	H27	3
	前田 真依	大学院生命環境科学研究科	研究補助員(M1)	H26	4	H27	3
	荒尾 紗代	大学院生命環境科学研究科	研究補助員(M1)	H26	4	H27	3
	内田 千智	大学院生命環境科学研究科	研究補助員(M1)	H26	7	H27	3
	TSOLMON SONINICHSHIN	大学院生命環境科学研究科	研究補助員(D3)	H22	4	H23	3
*	FAHMI BEN FREDJ	北アフリカ研究センター	研究員	H23	4	H24	3

	中崎 瑛里	生命環境科学 研究科	研究補助員(M2)	H23	4	H24	3
	霜田 洋一	生命環境科学 研究科	研究補助員(M2)	H23	4	H24	3
	福田 武広	生命環境科学 研究科	研究補助員(M2)	H23	4	H24	3
	翁長 彰子	北アフリカ研究 センター	研究員	H23	8	H24	3
*	Janaki Kaphle Bhandari	大学院生命環 境科学研究科	研究補助員(D3)	H23	11	H24	3
	森尾 貴広	北アフリカ研究 センター	准教授	H21	6	H24	6
	趙 卉家	大学院生命環 境科学研究科	研究補助員(M2)	H23	4	H24	11
	CHKIRBENE ANIS	大学院生命環 境科学研究科	研究補助員(D3)	H22	7	H25	3
	Khaing P. W. Hmon	大学院生命環 境科学研究科	研究補助員(D3)	H23	4	H25	3
	稲熊 哲也	大学院生命環 境科学研究科	研究補助員(M2)	H23	4	H25	3
	北原 卓	大学院生命環 境科学研究科	研究補助員(M2)	H23	4	H25	3
	成島 リサ	大学院生命環 境科学研究科	研究補助員(M2)	H24	6	H25	3
*	佐々木 一憲	大学院生命環 境科学研究科	研究補助員(D2)	H23	4	H25	3

	Sbei Hanen	大学院生命環境科学研究科	研究補助員(D3)	H23	4	H25	11
	源間 佳堯	大学院生命環境科学研究科	研究補助員(M2)	H24	4	H26	3
	岩元 莉香	大学院生命環境科学研究科	研究補助員(M2)	H24	4	H26	3
	SHEHZAD TARIQ	生命環境系	助教	H23	4	H26	10
	Imen Samet	大学院生命環境科学研究科	研究補助員(D3)	H23	12	H26	11
	森川 満吏野	北アフリカ研究センター	研究員	H25	6	H26	11
*	SHEHZAD TARIQ	北アフリカ研究センター	研究員	H26	10	H26	12
	韓 峻奎	生命環境系/北アフリカ研究センター	准教授	H21	6	H27	1
	秋元 浩	知的財産戦略ネットワーク(株)	社長	H23	9	H27	3
	長井 省三	知的財産戦略ネットワーク(株)	取締役 技術・知財部長	H23	9	H27	3
	高島 義典	知的財産戦略ネットワーク(株)	ライセンス・事業化部長	H23	9	H27	3
	小此木 恒夫	知的財産戦略ネットワーク(株)	シニアマネジャー	H23	9	H27	3
	Abdelfatteh EL Omri	(株)生体分子計測研究所	研究員	H25	4	H27	3

	福光 聡	日本製粉(株) 中央研究所	研究員	H25	4	H27	3
--	------	------------------	-----	-----	---	-----	---

【相手国側】

グループ リーダー	氏名	所属	役職 (身分)	研究参加期間			
				開始		終了	
				年	月	年	月
○	Pr. Sami Sayadi	CBS	Director General	H21	6	H27	3
○	Pr. Neffati Mohamed	IRA	Professor, Project Coordinator	H21	6	H27	3
○	Pr. Chedly Abdely	CBBC	Professor, Director General	H21	6	H27	3
○	Pr. Moncef Harrabi	INAT	Professor	H21	6	H27	3
○	Pr. Mohamed Ksibi	ENIS	Professor	H21	6	H27	3

(2) 京大グループ

【日本側】

グループ リーダー	氏名	所属	役職 (身分)	研究参加期間			
				開始		終了	
				年	月	年	月
○	永尾雅哉	京都大学大学院生命科学研究科	教授	H21	6	H27	3
	神戸大朋	京都大学大学院生命科学研究科	准教授	H21	12	H27	3
	増田誠司	京都大学大学院生命科学研究科	准教授	H21	12	H27	3
	宮前友策	京都大学大学院生命科学研究科	助教	H23	4	H27	3
	平澤 明	京都大学大学院薬学研究科	准教授	H24	7	H27	3

	前田 和久	大阪大学大学院医学系研究科	准教授	H24	7	H27	3
	大寺杏奈	京都大学大学院生命科学研究科	研究補助員学生	H24	7	H27	3
	久保田郁彦	から京都大学大学院生命科学研究科	研究補助員学生	H25	4	H27	3
	上杉晴香	京都大学大学院生命科学研究科	研究補助員学生	H26	4	H27	3
	大坂真代	京都大学大学院生命科学研究科	研究補助員学生	H26	4	H27	3
	中村俊哉	京都大学大学院生命科学研究科	研究補助員学生	H26	4	H27	3
	吉田光多郎	京都大学大学院生命科学研究科	研究補助員学生	H21	12	H24	3
	長谷川季男	京都大学大学院生命科学研究科	研究補助員学生	H25	4	H26	3
	渕上莉加	京都大学大学院生命科学研究科	研究補助員学生	H25	4	H26	3
	安部竜馬	京都大学大学院生命科学研究科	研究補助員学生	H25	4	H26	3

【相手国側】

グループリーダー	氏名	所属	役職 (身分)	研究参加期間			
				開始		終了	
				年	月	年	月
○	Pr. Neffati Mohamed	IRA	Professor, Project Coordinator	H21	6	H27	3

(3) 東工大グループ

【日本側】

グループリーダー	氏名	所属	役職 (身分)	研究参加期間			
				開始		終了	
				年	月	年	月
○	石川忠晴	東京工業大学 大学院総合理工学研究科	教授	H21	6	H27	3
	中村恭志	東京工業大学 大学院総合理工学研究科	准教授	H21	12	H27	3
	木内豪	東京工業大学 大学院総合理工学研究科	教授	H21	12	H27	3
	赤穂良輔	東京工業大学 大学院総合理工学研究科	助教	H21	12	H27	3
	Wang Ming Yang	東京工業大学 大学院総合理工学研究科	研究員	H26	10	H27	3
	小林裕貴	東京工業大学 大学院総合理工学研究科	研究補助員(M1)	H25	4	H27	3
*	Liu Chang	東京工業大学 大学院総合理工学研究科	研究補助員(D3)	H23	8	H24	3
	高比良 翔	東京工業大学 大学院総合理工学研究科	研究補助員(M2)	H23	8	H25	3
	Gao Shuang	東京工業大学 大学院総合理工学研究科	研究員	H26	4	H26	8
*	Wang Ming Yang	東京工業大学 大学院総合理工学研究科	研究補助員(M2)	H23	10	H26	9

【相手国側】

グループリーダー	氏名	所属	役職 (身分)	研究参加期間			
				開始		終了	
				年	月	年	月
○	Pr. Moncef Harrabi	INAT	Professor	H21	6	H27	3
○	Pr. Mohamed Ksibi	ENIS	Professor	H21	6	H27	3

§ 4 プロジェクト実施内容及び成果

4.0 プロジェクト全体

(1) グループを統合した全体の成果

本事業では、地球規模課題解決に向けた中心目標を、「乾燥地生物資源の生育環境調査による特性解明と、有用成分の機能性解析および高度利用システムの開発」とし、生物資源有用性評価グループ、生産基盤整備グループ、データベース構築グループ、育種方法開発グループ、製品化技術開発グループに分かれ、活動を実施した。

生物資源有用性評価グループでは、現地で伝統的に利用されている有用植物を調査し、バイオアッセイによる機能性評価とメカニズム解析、及び有効成分の同定を行った。チュニジアには、伝承的に食薬利用されてきた植物が多数生育しているが、その伝統利用に科学的根拠は示されていなかった。そこで、バイオアッセイによる機能性評価を行ったところ、その抽出物に、抗腫瘍性、白血病抑制、抗アレルギー、抗ストレス、抗肥満、美白等の食用・医療・化粧品で有用な薬効成分が含まれていることを新規に見出し、チュニジア共同研究機関と共同で、米国特許出願 3 件、国内特許出願 2 件を行った。また、採取地の土壌環境分析により、植物の機能性成分と生育環境の関連性が示唆されている。

生産基盤整備グループでは、現地の水資源と土壌環境を調査し、高度水利用や浚渫・土壌中有機物の有効利用を検討した。安定同位体を用いた地表水・地下水調査では、水資源のマルチトレーサー解析を行い、チュニジア北部の水資源動態が解明された。これは、チュニジア北部の降水起源を推定する上で、非常に有益な研究成果と言える。次に、有用生物資源生産のための量的・質的水資源の確保技術の開発では、浚渫土の有効利用検討と堆積土砂の流入動態解析を行った。浚渫土の有効利用検討では、土壌改良材やセラミックス（レンガ）原料としての利用可能性が示唆された。また、堆積土砂の流入動態解析を行い、浚渫作業効率化のためのシュミレーションモデルを構築した。

データベース構築グループでは、植物種名を主キーとし、植物写真、基礎情報、機能性評価結果、伝承的利用法、環境情報等をリンクさせた統合データベース構築を目指した。現在、チュニジア産植物 726 種のデータに、植物写真、基礎情報、各種アッセイ評価等がリンク済みであり、データベースの活用による機能性を特定したターゲットの縛り込みが容易になると期待される。

育種方法開発グループでは、チュニジアの主要穀物デュラムコムギやオオムギおよびソルガムの乾燥耐性、耐塩性および開花期の量的形質遺伝子座(QTL)を同定し、一部の QTL については育種選抜用の DNA マーカーを選定した。これらの成果は、今後、乾燥地や半乾燥地における環境ストレス耐性育種への貢献が期待される。

製品化技術開発グループでは、有用生物資源の食品加工技術の開発と経済評価を行った。まず、食品加工技術の開発では、オリーブに含まれる機能性ポリフェノールのオレウロペインの油水界面特性、ナノ濾過膜の分離特性、オリーブミル工場排水からのポリフェノール分離・精製法を検討した。これにより、オレウロペインの界面活性特性や乳化能を見出され、オレウロペインが安全性の高い代替え合成乳化剤としての可能性を持つことが示された。また、オリーブミル排水からの高純度ポリフェノール分離・精製法が見出され、米国特許を出願した。次に、有用植物の経済性評価では、オリーブ農家の経営効率性分析、食品の法制度分析、有用性植物の伝統的価値の調査を行った。この結果は、今後、日本企業のチュニジア食品市場参入に向けて、円滑な進出活動に寄与すると期待される。

【カウンターパートへの技術移転の状況】

本事業を通じ、短期・長期研修員の受入れ、チュニジア人留学生の学位取得、多数の本邦研究者の現地派遣を行い、積極的な人材育成と技術伝搬を行った。また、参画研究機関への研究資機材の投入や移動用車両の導入を行い、共同研究を円滑に進めた。中でも特筆すべきは、チュニジア参画機関への細胞バイオアッセイ技術を始めとしたライフサイエンス実験技術の移転である。特に、動物細胞培養手法の確立は、アフリカ大陸ではほとんど前例がなく、機能性解析やメカニズム解析の共有による共同研究の深化を図ることが出来た。これらの人材育成と技術移転によって共同研究が推進され、当初の予想を上回る成果を生んだと考えている。

【類似プロジェクトとの比較】

本事業は、中東・北アフリカ地域研究者による民衆の伝統にもとづいた調査に、生物学者が科学的根拠を付与し、経済学者が産業分析を行う、文理融合型で行われた。過去に、当該地域において、伝統的食薬資源の調査は行われているが、収集したデータを生かした社会実装は行われていなかった。一つの事業を、入口（シーズ）から出口（社会実装）まで切れ目なく推進できる文理融合型研究は、持続的な経済成長を支援する上で、非常に有益な手法であると考えている。

(2)今後期待される効果

- ・日本・チュニジアの乾燥地生物資源研究の更なる学術ネットワーク構築が考えられる。また、当該国が、食薬資源の世界的な解析拠点となり、周辺諸国・地域をリードする科学技術立国としての位置づけが大きくなると予想される。
- ・現地カウンターパートを介した、日本側の求めるコンプライアンスや事業規模に対応可能なビジネスパートナーの発掘により、海外展開を図る日本側企業の対チュニジア投資を増やすと期待される。また、チュニジア側は、日本への輸出販路開拓につながり、両国にとって互恵関係を生み出すと期待される。
- ・高付加価値食薬資源のシーズ開発により、チュニジアのユニークな植物資源を核とした生産性の高い地場産業の創出・育成が期待される。これにより、チュニジア農業／水産業の活性化、雇用の創出、流通・販売経路の拡大、顧客作り、地域ブランド化、チュニジア産ラベル表示での輸出促進につながると期待される。

4.1 乾燥地生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)の有用成分の機能性およびその生息環境の解析（生物資源有用性評価グループ… 筑波大学、京都大学）

(1)研究実施内容及び成果

1-1 伝承的薬効にもとづいた有効生物資源の選定

これまでの5年間で、スファックスおよびその近郊、メドニンとタタウィーンおよびそれらの近郊、ジェルバ、チュニスおよびその近郊、ビゼルト、ベン・アルース等において、有用植物(アロマ植物、薬用植物)に関する民衆的利用法に関するインタビューと使用法の観察を行った。こうした民衆の日常生活に根差した研究は、管見の限り、多くはない。Leporatti and Ghedira (2009) はイタリアとチュニジアの植物の民衆的使用法の比較を行っているが、文献学的アプローチである。また、IUCN (International Union of Conservation of Nature) は北アフリカの生物多様性の保持をめざし、同地の植物についてのデータを収集している。しかし、どちらの研究／活動ともに、本プロジェクトのような文理融合的研究にもとづいてはおらず、そのために、収集したデータを生かして、当該地域の持続的発展のための産業育成という出口のところまでは具体的には考えられていない。それに対して、本プロジェクトは

岩崎のような中東・北アフリカ地域研究者による現代の民衆の伝統にもとづいた調査から、その科学的根拠を見出す生物学者による実験、最終的な社会実装に結び付ける経済学者による分析といった、文理融合、入口から出口までのフローがしっかりした研究となっている。

岩崎はチュニジアのカウンターパートとともに農村での聞き取り調査というフィールドワークをもとにした研究を行った。それぞれの調査の際の結果は次のとおり(調査地:インタビュー総計:得られた植物名の数)である。2010 年 1)Sfax 周辺:37 人:73 種、2)メドニンおよびタタウィーン 11 人:23 種、2011 年1)チュニスおよび北部地域 19 人:37 種、2)ビゼルト 17 名:30 種、2012 年メドニン 12 人:19 種。これらの結果の詳細は現在データベース化中である。

1-2-1 バイオアッセイによる生物資源の機能性評価

1-2-2 評価された機能性に関する活性本体の同定、メカニズム解析

【筑波大学】

1. オリーブ

(a) 抗白血病効果

チュニジア産オリーブにおける白血病細胞の分化誘導に関しては、Apigenin による白血病細胞 (HL-60) の顆粒球への分化を見出し、さらに、その作用メカニズムの分析をウェスタンブロッティングにて行った。

チュニジアから採集したオリーブ葉のエタノール抽出物におけるヒト由来白血病細胞である K562 の分化誘導活性を調べた。この結果、SFAX 地域から採集したオリーブ葉の抽出物から K562 細胞の分化誘導活性を見出した。

白血病細胞の分化誘導におけるチュニジア産オリーブ葉の生育環境や品種による影響を調べるため、ヒト由来白血病細胞株である K562 を用いて細胞生存率、生細胞数、細胞形態観察などを行った。さらに、細胞表面マーカーである CD 抗体を用いてチュニジア産オリーブ葉抽出物の分化誘導効果をフローサイトメリーにて評価した。その結果、オリーブの品種や生育環境により、白血病細胞分化誘導における活性が異なることを見出した。チュニジア産オリーブ葉抽出物の白血病細胞分化誘導におけるメカニズムを明らかにするため、細胞周期への影響を調べた。その結果、チュニジア産オリーブ葉抽出物は K562 の細胞周期において G2/M 期停止を誘導することを明らかにした。

チュニジア産オリーブ葉抽出物の白血病細胞の分化誘導効果やアポトーシス誘導効果における作用メカニズムの解明のため、トランスクリプトームであるマイクロアレイ手法を用いて関連遺伝子の同定や作用パスウェイの分析を行った。その結果、チュニジア産オリーブ葉抽出物が分化能を失った白血病細胞の分化をマルチな方向で誘導することを明らかにした。さらに、その作用メカニズムにおいて細胞周期などに関わる遺伝子が関与していることも明らかにした。

チュニジア産オリーブである *Chemali* 葉抽出物における白血病細胞分化誘導効果を調べた。その結果、*Chemali* 葉抽出物が白血病細胞の生存率抑制し、細胞周期に影響することを見出した。さらに、Flowcytometry を用いた分析により、*Chemali* 葉抽出物が白血病細胞を単球・マクロファージに分化誘導することを確認し、分化関連遺伝子である *IFI16*, *EGR1*, *NFYA*, *FOXP1*, *CXCL2*, *CXCL3*, *CXCL8* mRNA の発現に及ぼす影響を調べた。

さらに、造血幹細胞 (hematopoietic stem cells, HSCs) に対するオリーブ葉含有化合物の分化誘導特性を明らかにした。造血幹細胞移植は、白血病細胞だけではなく正常な血液細胞も併せて死滅させる程の強力な科学療法や放射線治療を行い、その後に、健康な提供者あるいは自身の骨髓から白血病細胞を除いた幹細胞を移植して正常な血液細胞を補充・回復させる治療法である。そのため、造血系幹細胞 (CD34+細胞) や選ばれ

た副次集団の増殖のための取り組みは、活発な研究分野である。本研究は、オリーブの葉からの新規分化誘導剤の開発を目的として、さらに、細胞運命決定のエフェクターとしての培養造血幹細胞におけるオリーブ葉からの植物化学物質の利用の可能性を検討した。結果として、オリーブ葉含有化合物は、造血幹細胞をマルチな方向で誘導することを明にした。つまりこれらの知見は、オリーブ葉抽出物およびその化合物の白血病細胞と造血幹細胞双方における分化誘導効果にエビデンスをもたらし、ガンに対する食品由来治療薬の開発のための取り組みを支援し、移植のために培養幹細胞と前駆細胞の生成のためのプロトコルの最適化を助けるか、または治癒を促進するための内在性幹細胞を活性化させることによって、再生医療への貢献に寄与する可能性を示唆する。

(b) 抗アレルギー効果

チュニジア産オリーブの抗アレルギー活性に関しては、一型アレルギーモデル (RBL-2H3 細胞) において Hydroxytyrosol と Apigenin が脱顆粒を抑制することを見出し、さらに、その作用メカニズムをマイクロアレイやリアルタイム PCR にて解析を行った。

(c) 抗腫瘍効果

抗腫瘍効果におけるチュニジア産オリーブ葉の生育環境や品種による影響を調べるため、ヒト乳がん細胞である MCF-7 を用いて細胞増殖率への影響を調べた。さらに、チュニジア産オリーブ葉の抽出物における DPPH 消去能評価試験による抗酸化性の評価やフォーリン-チオカルト法による総ポリフェノール含量の測定を行い、抗腫瘍活性と抗酸化、抗腫瘍活性の総ポリフェノール含量の関係を調査した。その結果、オリーブの品種や生育環境により、抗腫瘍効果における活性が異なることやオリーブ葉抽出物の抗酸化性と抗腫瘍活性が比例することも見出した。

2. 薬用植物

(a) 神経関連効果

チュニジア産薬用植物の機能性分析を行い、神経細胞 (PC12) の分化誘導作用やうつ抑制作用を見出した。さらに、抗うつ作用は動物実験を行い、その効果を確認した。チュニジア産薬用植物の神経細胞分化誘導作用や抗うつ作用に関して、そのメカニズムの分析を行った。

チュニジア産薬用植物エッセンシャルオイル (EO) の神経細胞分化誘導能の評価のため、細胞より分泌される神経伝達物質濃度の変化を指標としてその検量を行った。*Rosmarinus officinalis* EO 中の主成分である α -pinene, β -pinene, および camphor をそれぞれ、または組み合わせて神経分化モデル細胞である PC12 細胞に処理した。48 時間後に細胞中の神経伝達物質 acetylcholine およびその基質である choline の分泌量を、ECD (電気化学検出器) を付した HPLC (高速液体クロマトグラフィー) を用いて検量した。

ローズマリーの主なポリフェノール成分による抗うつ効果の作用メカニズムを調べた結果、神経伝達物質産生に関わる遺伝子の発現を誘導することを明らかにした。HPLC-ECD により神経伝達物質の分泌増加も確認した。その課程でうつ病のバイオマーカーである MKP1 の発現をローズマリーの主なポリフェノール成分が抑制することを見出した。

(b) エネルギー代謝促進効果

チュニジア産薬用植物においては、ヒト腸管細胞 (Caco-2) を用いたエネルギー代謝促進効果も見出しており、さらに、その作用物質の同定やメカニズムの解析を行った。

(c) 抗アレルギー効果

チュニジアから採集した3種類の薬用植物の抗アレルギー活性を β -hexosaminidase

release assay により評価した。その結果、*Artemisia herba-alba* のエタノール抽出物、*Cymbopogon shoenanthus* のエタノール抽出物、*Rhanterium suaveolens* の熱水とエタノール抽出物から著しい β -hexosaminidase の分泌阻害効果が見られた。

チュニジア産薬用植物である *Artemisia herba-alba* 抽出物の抗アレルギー効果における作用メカニズムの分析を行った。その結果、*Artemisia herba-alba* 抽出物が1型アレルギーモデルである IgE 処理 RBL-2H3 細胞において、細胞内カルシウム流入を抑制することによりケミカルメディエーター放出を抑制することを確認した。さらに、アレルギー反応関連サイトカインを調べた結果、*Artemisia herba-alba* 抽出物がサイトカインの産生を制御していることを明らかにした。*Artemisia herba-alba* 抽出物の抗アレルギー効果における作用メカニズムの分析をマイクロアレイ法にて行った。その結果、*Artemisia herba-alba* 抽出物が1型アレルギーモデルである IgE 処理 RBL-2H3 細胞において、炎症関連遺伝子やシグナル伝達遺伝子等の発現を制御していることを明らかにした。*Artemisia herba-alba* は MAP kinase (mitogen-activated protein kinase) のリン酸化を抑制することで脱顆粒を有意に抑制することがわかり、即時型アレルギー予防薬および治療薬としての効果が示唆された。

チュニジア産あるアロマ植物の1型アレルギー細胞モデルにおける影響を調べた結果、チュニジア産あるアロマ植物が1型アレルギーの即時性反応であるケミカルメディエーターの放出を有意に抑制することを見出した。さらに、1型アレルギーの遅延性反応に関わるサイトカインの発現や分泌を有意に抑制することを見出した。詳細な作用メカニズムの解明のため、マイクロアレイ解析を行った。その結果、1型アレルギーにおいて即時性反応と遅延性反応に関わる遺伝子の発現が有意に変化していた。

(d) 抗ストレス効果

チュニジアから採集した3種類の薬用植物のストレス抑制効果に及ぶ影響を HSP47 遺伝子導入細胞やヒト由来神経細胞の神経伝達物質の測定により評価を行った。その結果、*Cymbopogon schoenanthus*, *Crithmum maritimum*, *Rhanterium suaveolens* の抽出物から HSP47 の反応を抑制する効果やアセチルコリンやコリンの産生を促進することを見出した。

Cymbopogon shoenanthus 抽出物の抗ストレス活性を調べるため、Heat Shock Protein (HSP) 47 プロモーター導入細胞を用いてストレス応答を調べた。その結果、*Cymbopogon shoenanthus* 抽出物(EtOH、熱水)において HSP47 応答低減効果が見られた。さらに、ヒト由来神経芽細胞腫である SH-SY5Y において H_2O_2 ストレッサーによる神経細胞保護効果を評価した結果、*Cymbopogon shoenanthus* 抽出物が神経細胞保護効果を有することを見出した。SH-SY5Y において神経伝達物質であるアセチルコリンの分泌を *Cymbopogon shoenanthus* 抽出物が促進することも HPLC-ECD を用いた測定により明らかにした。さらに、*Cymbopogon shoenanthus* 抽出物の抗ストレス作用におけるメカニズムの解析を行った。

チュニジア産ローズマリーエッセンシャルオイルのリラックス効果を評価するために、マウスを用いて Tail Suspension Test (TST) を行った。その結果、30 分間のローズマリーエッセンシャルオイルの吸引により、ストレスの軽減効果が確認された。さらに、各種神経伝達物質の測定や脳の分子レベルでの解析を行った。

Cymbopogon shoenanthus 抽出物の抗ストレス効果を評価するために、マウスを用いて Tail Suspension Test (TST) を行った。実験は *Cymbopogon shoenanthus* 抽出物を経口投与し、TST 試験における無動時間の変化を調べた。その結果、*Cymbopogon shoenanthus* 抽出物により、ストレスの軽減効果が確認された。さらに、各種神経伝達物質の測定や脳の分子レベルでの解析を行った。

チュニジア産アロマ薬用植物エッセンシャルオイルのリラックス効果を評価するために、神経細胞モデルである PC12 を用いて神経細胞分化誘導における影響を調べた。その結果、チュニジア産アロマ薬用植物エッセンシャルオイルは PC12 細胞において神経突

起伸長を誘導した。さらに、神経伝達物質であるアセチルコリン(ACh)を分解する酵素であるアセチルコリンエステラーゼ(AChE)の活性を抑制することも見出した。

Cymbopogon shoenanthus 抽出物の抗ストレス効果を評価するために、マウスを用いて強制水泳試験(Forced swimming Test;FST)を行った。実験は *Cymbopogon shoenanthus* 抽出物を経口投与し、FST 試験でのマウスにおける無動時間を測定した。無動時間の増加は過度なストレス状態を示す。その結果、*Cymbopogon shoenanthus* 抽出物を経口投与により、ストレスの軽減効果が確認された。さらに、試験後マウスから脳や血液における各種神経伝達物質やストレス誘導ホルモン分泌に対する *Cymbopogon shoenanthus* 抽出物の影響を調べた結果、いくつかの神経伝達物質の分泌を促進することやストレス誘導ホルモンの分泌を抑制することを見出した。さらに、*Cymbopogon shoenanthus* 抽出物の成分分析を行い、活性成分の同定や作用メカニズムの解明を行った。

ICR マウスを用いて精油の吸入を行い、尾部懸垂試験を実施し無動時間を測定した。その後マウス脳におけるカテコールアミン濃度、マウス血清におけるコルチコステロン濃度をそれぞれ ELISA キットにて測定した。地中海産 *R. officinalis* 精油吸入群において尾部懸垂試験における無動時間の減少、脳内カテコールアミン濃度測定におけるドーパミン濃度上昇、血清中コルチコステロン濃度減少がみられた。以上の結果から、地中海産 *R. officinalis* 精油は、吸入により脳内神経伝達物質、血清中ストレス関連ホルモン濃度調節作用により抗ストレス作用を示すことが示唆された。

チュニジア産 *Cymbopogon shoenanthus* (*C. sch*) エッセンシャルオイルにおいてはアセチルコリンエステラーゼ活性阻害メカニズムを *in vitro* モデルで解析することを目的とした。神経分化のモデル細胞として知られている PC12 細胞を用いて実験を行った。神経分化した細胞と未分化の細胞において *C. sch* エッセンシャルオイルの処理による遺伝子発現の変動を網羅的に解析するためにマイクロアレイ解析を行った。神経分化した細胞において、エッセンシャルオイル処理による抗酸化作用やアポトーシスなど神経機能に関与する遺伝子やアセチルコリンエステラーゼ遺伝子の発現の変動が確認された。現在バリデーションを行い、再現性を検証している。

Cymbopogon shoenanthus に関してはストレス抑制効果を確認するため、 H_2O_2 処理後の SH-SY5Y 細胞における ROS と ATP 産生への影響を調べた。その結果、*Cymbopogon shoenanthus* 抽出物処理により細胞内 ROS 産生が低下し、ATP 産生が促進することを確認した。

ローズマリー主成分ポリフェノールであるロズマリン酸の抗うつ薬様効果について検証を行った。うつ発症は脳内において ERK1/2 を脱リン酸化し、脳由来神経栄養因子(BDNF)を減少させることにより誘導されることが報告されている。先行研究でロズマリン酸は ERK1/2 リン酸化促進作用を示したが、抗うつ薬様効果は未だ調査されていない。そのため、ロズマリン酸による BDNF 発現減少抑制作用を検証し、その抗うつ薬様効果を明らかにした。ロズマリン酸によるうつ行動抑制作用を検証するため、うつ行動評価試験である尾部懸垂試験(TST)を行い、ロズマリン酸経口投与マウスの TST における無動時間を測定した。TST での尾部懸垂時の無動時間延長はうつ行動を意味する。また TST 後、脳内神経伝達物質の定量または血中ストレスホルモンの定量を行った。さらにうつ抑制メカニズム解析のため、脳内の BDNF 及びその発現抑制因子、神経伝達物質生成関連酵素とエネルギー代謝関連酵素の遺伝子発現へのロズマリン酸の影響を確認した。結果、マウスへのロズマリン酸経口投与は TST における無動時間を抑制した。TST 後、ロズマリン酸は脳内神経伝達物質レベルを増加させ、一方でロズマリン酸は血中ストレスホルモンの増加を抑制した。ロズマリン酸は脳内の BDNF 発現抑制因子遺伝子の発現抑制とそれに関わる BDNF 遺伝子発現を増加させ、加えて、神経伝達物質生成関連酵素とエネルギー代謝関連酵素の遺伝子発現を上昇させた。

薬用植物である *Crithmum maritimum*, *Rantherium suaveolens* の抗ストレス活性を調べるため、Heat shock protein (HSP) 47 プロモーター導入細胞を用いて、ストレス応答を調べた。その結果、*Cymbopogon shoenanthus* 同様に(既報)、*Rantherium suaveolens* 熱水

抽出物において HSP47 応答抑制効果が見られた。

(e) 抗腫瘍効果

チュニジア産薬用植物である *Thymelaea hirsuta* 抽出物の B16 メラノーマ細胞における抗がん効果を評価するために、マウスを用いて B16 細胞静脈注射試験を行った。実験は *Thymelaea hirsuta* 抽出物を経口投与し、肺への転移を調べた。その結果、*Thymelaea hirsuta* 抽出物を経口投与により、肺転移の変化は見られなかった。しかし、B16 細胞の静脈注射の成功率が低かったため、本実験による *Thymelaea hirsuta* 抽出物の抗がん効果は評価できなかった。

(f) 美白効果

チュニジア産薬用植物の美白効果については、B16 細胞を用いたメラニン産生に及ぼすチュニジア産薬用植物の新しい機能性の探索を行い、メラニン産生に影響するいくつかの薬用植物を見出した。さらに、その作用メカニズムの解析を行った。

チュニジア産薬用植物である *Cymbopogon schoenanthus* 抽出物の美白効果における作用メカニズムの分析を行った。その結果、*Cymbopogon schoenanthus* 抽出物がメラニン産生経路の Tyrosinase 関連分子の制御は勿論、メラノソーム (Melanosome) 関連分子の制御も誘導することを明らかにした。

B16 細胞における *Thymelaea hirsuta* 由来成分の影響を調べるため、細胞生存率、細胞数、細胞周期などを調べた。その結果、メラノーマの細胞増殖を抑制し、細胞周期に影響することを見出した。現在、リアルタイム PCR やウェスタンブロットによる作用メカニズムの解明を行っている。さらに、チュニジア産あるアロマ植物の抽出物のメラニン産生促進における影響をメラニン産生量測定により明らかにした。

アロマ植物のメラニン産生における影響を調べた研究では、*Cymbopogon schoenanthus* 抽出物処理によってメラニンの産生が増加することを見出し、その作用メカニズムの解明を行った。

3. 対塩性植物

(a) 抗肥満効果

チュニジアから採集した対塩生植物 (Halophyte) の抗肥満効果を調べるため、前駆脂肪細胞である 3T3-L1 細胞や糖尿病モデルマウスである *ob/ob* マウスを用いた。その結果、イソラムテチン (Isorhamnetin) を多く含有することが知られている *Nitraria retusa* の抽出物処理により、脂肪細胞の分化抑制効果や *ob/ob* マウスの体重増進・脂肪組織抑制効果が見られた。

Nitraria retusa エタノール抽出物の抗肥満効果を調べるために、高脂肪食を用いて動物実験 (BKS.Cg-Dock7m+/+Leprdb/J マウス) を行った。実験は *Nitraria retusa* 抽出物を経口投与し、毎日の体重変化を調べた。その結果、体重と内臓脂肪組織重量の軽減効果が見られた。*Nitraria retusa* エタノール抽出物肝臓脂質代謝の投与によって、トリグリセリドと LDL-コレステロールが低減し、肝臓脂質代謝に関連する遺伝子発現が上昇することが明らかとなり、*Nitraria retusa* エタノール抽出物の抗肥満効果が示唆された。

チュニジア産対塩性植物 *Arthrocnemum glaucum* の抽出物にマウス前駆脂肪細胞株 3T3-L1 に対する脂肪細胞分化誘導阻害活性が認められた。これらの植物抽出物からの活性物質の探索と構造を解明した。*A. glaucum* の抽出物より、脂肪細胞分化誘導阻害活性を指標に各種クロマトグラフィーを用いて分離・精製し、活性物質を単離した。得られた活性物質について、NMR や MS 等の機器分析により、それらの化学構造を明らかにした。*A. glaucum* より脂肪細胞分化誘導阻害物質としてフラボノイド配糖体 Isorhamnetin-3-O- [apiosyl(1 → 6)]glucosyl-7-O-rhamnoside および Isorhamnetin-3-O-rutinoside を単離し、機器分析によりこれらの構造を同定した。これらの化合物が脂肪細胞分化誘導阻害活性を示したのは初めてのことである。*A. glaucum*

の抽出物より脂肪細胞分化誘導阻害物質としてフラボノイド配糖体2種類を単離・構造決定した。

(b) 抗アレルギー効果

チュニジア産対塩生植物である *Atriplex inflata*、*Tamarix aphylla*、*Arthrocnemum indicum*、*Salicornia maritima* 抽出物の抗アレルギー活性を調べるため、1型アレルギーモデルである IgE 処理 RBL-2H3 細胞を用いた。その結果、*Atriplex inflata*、*Tamarix aphylla*、*Arthrocnemum indicum*、*Salicornia maritima* の抽出物 10 μ g/ml においてケミカルメディエーターである β -hexosaminidase の放出を抑制することを見出した。

(c) 美白効果

チュニジア産対塩性植物 *Erica multiflora* の抽出物にマウス由来メラノーマ細胞 B16 におけるメラニン産生促進活性が認められた。これらの植物抽出物からの活性物質の探索と構造を解明した。*E. multiflora* の抽出物より、メラニン産生促進活性を指標に活性物質を各種クロマトグラフィーにて分離・精製した。得られた活性物質について、NMR や MS 等の機器分析により、単離し、その化学構造を明らかにした。*E. multiflora* よりメラニン産生促進物質としてルパン型トリテルペン化合物 Lup-20(29)-en-3-one を単離し、機器分析によりその構造を同定した。同植物よりこの化合物 が単離されたのは初めてのことである。また、これまでにメラニン産生促進物質としてルパン型トリテルペン化合物が報告されていることから、これを裏付ける結果となった。*E. multiflora* の抽出物よりメラニン産生促進物質としてルパン型トリテルペン化合物を単離・構造決定した。

(d) 神経関連効果

高齢社会の進展に伴い、認知症患者の増加が問題となっている。なかでもアルツハイマー病は認知症患者のうち約 6 割を占めており、その治療薬開発は喫緊の課題となっている。アルツハイマー病は Amyloid β ($A\beta$) の凝集によって引き起こされる神経細胞死が一因と考えられている。したがって $A\beta$ 存在下でも神経細胞死を防ぐことができれば、アルツハイマー病の発症を抑えられる可能性がある。そこでチュニジアに生育する生物資源のうち、地域特有の伝承薬草材料に用いられている耐塩性植物抽出物を中心に $A\beta$ の神経細胞毒性を緩和する成分のスクリーニングを行った。

まずヒト神経芽腫細胞である SH-SY5Y の cell viability に $A\beta$ が与える影響を評価した結果、いくつかの抽出物において $A\beta$ 毒性緩和が認められた。その後検討を重ね、アルツハイマー病治療薬として開発されていた dimebon より有意な毒性緩和を示す抽出物を 8 種得た。それら抽出物についてさらに評価を進めた。 $A\beta$ を処理すると SH-SY5Y 細胞が神経突起退縮や形態変化を伴い凝集し、細胞接着面積の低下がみられる。そこで細胞接着面積の変化を指標にし、抽出物群が $A\beta$ による細胞形態変化を緩和するか評価した。その結果 8 抽出物はどれも有意に接着面積を回復させていた。したがって 8 抽出物は cell viability と形態変化の両方において $A\beta$ 毒性から保護していることが分かった。

続いて、チュニジア側からの情報や論文を参考にこれら抽出物に含まれる活性物質を購入し、活性確認・作用機構解析を行った。そのうちの一つで保護作用の一因と考えられる機能を見出したので学術論文発表予定である。

4. 臨床応用展開の方向性を見据えた多分野統合研究

世界における慢性疾患による負担(Burden of Disease: BOD)は近年爆発的に増加している。これまでの感染症や急性疾患への対策から、高血圧や糖尿病に代表される生活習慣病予防のための有効な介入方法が多く求められている。開発途上国では、慢性疾患による世界の BOD の半数以上を占めている。

乾燥地植物資源の医薬品シーズ活用については、近年大いにそのエビデンスを蓄積しつつある。そのリード研究に北アフリカ食薬シーズの開発があり、600 種以上の砂漠乾

乾燥地域特有の食薬シーズをスクリーニングし、いくつかのリード化合物がチュニジア政府と筑波大学の共同特許として登録され、前臨床試験を終了している。そのリード化合物の臨床応用研究について、パスツール研究所やスース大学医学部と協議し、チュニジア原産物抽出による臨床研究をチュニジアにて実施することについてアウトラインを作成した。

本プロジェクトにおいては、ヒト臨床試験のリーディング化合物について、アメリカやヨーロッパでの食品・医薬品規制と安全性・有効性エビデンスについてレビューを行った。また、候補薬について、ヒト有効性評価のためのロードマップを作成した。

【京都大学】

糖・脂質代謝のマスター制御因子で、糖尿病薬の一つの標的とされる核内受容体のPPAR γ に対してアゴニスト活性を示す化合物を、PPAR γ 依存的な転写活性化をルシフェラーゼ活性で評価するレポーターアッセイ系を用いて、チュニジアに自生する植物種から探索した。その結果、*Marrubium vulgare* から、三重結合を有する珍奇な脂肪酸である6-octadecynoic acid (6-ODA)を見だし、PPAR γ のアゴニストとして作用し、前駆脂肪細胞 3T3-L1 の脂肪細胞への分化の系で、PPAR γ 依存的に脂肪蓄積を促進することを見いだした。6-ODA は一方で、脂肪酸であるため、中鎖脂肪酸の受容体である GPR40 を介した機能が見られるかについて検討した。GPR40 を発現する膵臓 β 細胞株であるMIN6において、6-ODA は GPR40 依存的にインスリンの分泌を促進することを見いだした。*Artemisia campestris*からは、構造的には新規なものではなかったが、レポーターアッセイ系で PPAR γ アゴニスト活性を示す 6 種の化合物を同定することができた。*Thymelaea hirsuta*からは同様に、レポーターアッセイ系で PPAR γ アゴニスト活性を示す 2 種の化合物を同定することができた。

また、ローズマリー (*Rosmarinus officinalis*) の 70%メタノール抽出液に、IL-6 誘導性に STAT3 を通じて、その標的配列である APRE (Acute phase response element) を介した遺伝子発現の制御を見るルシフェラーゼレポーター系 (4xAPRE-Luc) を用いて、抑制活性を見いだした。ローズマリーの主要な成分で、既にこの活性が知られている、luteolin と rosmarinic acid 以外に、carnosic acid にも抑制活性が見られることを見いだした。STAT3 を介した転写活性の抑制は、抗腫瘍の面から注目される。

1-3 有用生物資源の機能性成分量と生育環境に関する調査

合計 25 地点で、9 品種を採取したチュニジア産オリーブ (*Olea europaea*) の含有成分を評価した。総ポリフェノール量および抗酸化性において、品種・地域間での差、および、同品種間での地域差が見られ、総ポリフェノール量と抗酸化性に相関が見られた。ヒト乳がん細胞(MCF-7)に対する抗腫瘍性評価試験では、チュニジアオリーブが MCF-7 の増殖を有意に抑制することを見出した。とくに、*R. officinalis* は、2 地域で主要なポリフェノール量に違いが見られ、季節による含有成分の変動も認められた。また、*O. europaea* は、品種や地域間で、総ポリフェノール量に違いが見られた。また、MTT アッセイで得られたヒト乳癌細胞活性抑制効果との相関も見られた。

以上により、オリーブ、ローズマリー、塩生植物の土壌サンプルについて理化学分析が終了した。気象データの解析も含め、来年度、それら植物の機能性成分の環境条件依存性について検討していく。それらの基礎データをとりまとめ、環境データベースの構築も完成した。

(2)研究成果の今後期待される効果

・現在、収集した民衆的利用法に関するデータをデータベース化しているところである。企業はこれに大きな興味を示しており、このデータベースが完成した暁には、一部を無料で公開し、重要な部分に関しては、知財として、有料で企業と共有することが考えられている。

・ *Marrubium vulgare* (ニガハッカ)、 *Artemisia campestris*、 *Rosmarinus officinalis* (ローズマリー) については、伝承的にハーブとして食用に供されたり、薬として用いられたりしている。特に *Artemisia campestris* はヨモギの仲間であり、見いだした 6 種類以外にも弱いながら多種類の PPAR・アゴニストを含む可能性があり、お茶の形で機能性を示すことが出来れば、苦味はあるが健康茶のような商品の開発が期待される。

・ チュニジアはノーベル賞学者を出したチュニスにあるパスツール研究所を有し、高度な臨床疫学研究が実施されている。このプロジェクトで提案された候補薬のヒト有効性評価のためのロードマップに基づき、乾燥地植物資源の医薬品シーズ活用による、慢性疾患対策に貢献してゆく。

・ 抽出物に神経細胞保護作用があることが示唆されたため、地域特有の伝承薬草に付加価値を与え、普及促進・疾患予防などが期待できる。今後は抽出物に含まれる種々活性物質についても同様に作用解析研究を行い、保護作用の分子基盤を明らかにする予定である。

4. 2 乾燥地生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)の生産のために、地域環境に適合した高度水利用技術や安定的・持続的な生産環境の改善方法の開発 (生産基盤調整グループ… 筑波大学、東京工業大学)

(1) 研究実施内容及び成果

2-1 チュニジア北部域における地表水ー地下水統合水環境マルチトレーシング解析

地下水ー地表水を一体の水循環系として位置づけ、安定同位体、無機溶存成分等のマルチトレーサーを用いた解析により、1) チュニジア北部広域における主たる水資源の起源である降水の安定同位体マッピングを行い、降水の起源に関する件等を行うとともに、2) 内陸流域 (Siliana) と沿岸流域 (Sousse) において、地表水ー地下水循環系の解明を遂行し、さらに、3) 北部沿岸域のダム下流流域 (Lebna, Chiba) において、地下水涵養に果たすダム起源水成分および塩水起源水成分の寄与率を検討した。

1. チュニジア北部広域における降水の安定同位体マッピング

河川水における安定同位体比は概ね、高度が高いほど低い値を撮る傾向が認められた。また、雨期における安定同位体比は、乾期におけるそれに比べ低い値を示す傾向が顕著であった。これは、降水の安定同位体比が、雨量効果および高度効果により形成されていることを示唆している。このことは、チュニジア北部域における水資源の起源となる降水が概ね、地中海の海水を起源とし、より内陸へ、また高標高に移動するのにともない、安定同位体比的に低い降水になることによるものと思われる。本解析ではさらに、気温、標高等の環境パラメータを用い、降水安定同位体数値モデルを構築し、チュニジア北部広域における降水の安定同位体比分布を再現した。これにより、チュニジア北部域の降水は概ね地中海水を起源とした成分により形成され、沿岸域から内陸に向け同位体比が低くなる傾向が、また、南にいくにしたがい、同位体比が高い領域が内陸に及ぶ傾向があることが示された。

2. 内陸流域 (Siliana) と沿岸流域 (Sousse) における地表水ー地下水循環系

内陸の Siliana 流域では、河川水の安定同位体比に高度効果が、また無機溶存成分に、低い標高ほど水質的に進化する傾向が認められ、基本的に地下水から地表水への流出プロセスが卓越すること、また浅層の局地的地下水流動系と深層の地域的地下水流動系とが存在することが示唆された。一方沿岸部の Sousse 流域では、浅層地下水は海洋水の影響をある程度受けるとともに、ダム水と、周辺山地の地下水の混合により形成されているものと判断された。以上により、内陸部においては、浅

層地下水・深層地下水→河川水・地表水という流動・混合プロセスが、また沿岸域においては、地表水・深層地下水→浅層地下水という流動・混合プロセスが卓越することが示された。

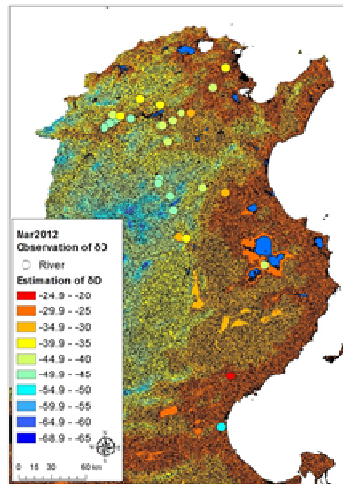


Fig. チュニジア北部広域における
降水の安定同位体マップ

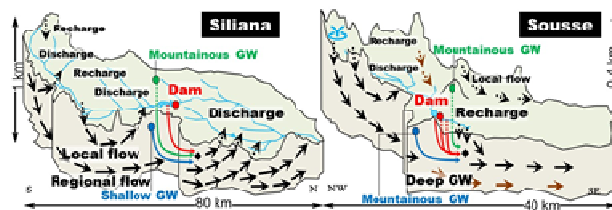


Fig. 内陸 (Siliana) 流域と沿岸 (Sousse) 流域に
おける地表水-地下水循環系の違いを示す模式図。

3. 北部沿岸 (Lebna、Siba) 流域における地下水涵養の起源成分推定

チュニジア北東 Cap-Bon 地域の Lebna 流域と Chiba 流域において、地下水および地表水に関する水文学的ならびに地球化学的フィールド調査を行い、当該地域の地下水涵養に果たす、ダム水成分、塩水成分および降水成分の寄与を、End Member Mixing Analysis により評価した。その結果、Lebna 流域下流部において、地下水涵養に占めるダム水成分の寄与率が顕著に高く、海岸部に近い地域ではその寄与率が低くなる傾向が明瞭に示された。とくに、標高 0 m の地下水面等高線を境に、ダム水成分の寄与率が顕著に低くなる特徴が、明瞭である。このことは、地下水面の標高が海水面を下回ることにより、塩水成分の地下水涵養における寄与率が高くなることと対応している。また、各成分寄与率空間分布は、季節的にも変動しており、沿岸域において、乾期終盤から雨期初期にかけ、降水成分の寄与率が高くなる傾向がみられた。

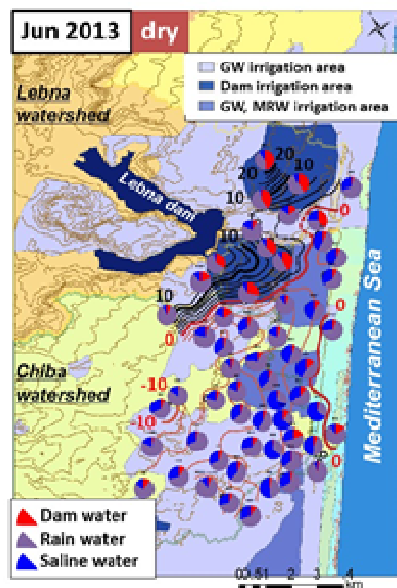


Fig. 地下水涵養に果たすダム水成分、降水成分、塩水成分の寄与率。

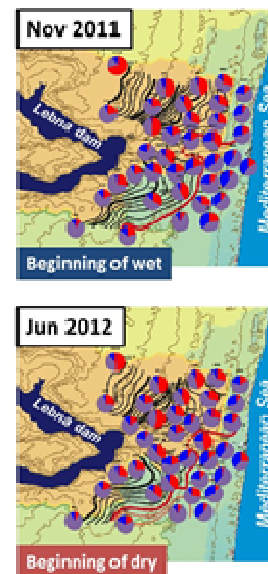


Fig. 地下水涵養に果たすダム水成分、降水成分、塩水成分寄与率の空間・季節変動。

2-2 有用生物資源生産のための量的・質的水資源の確保技術の開発およびアルカリ塩類集積のリスクの高い地域における堆積物を活用した安定的・持続的な生産環境の改善方法の検討

乾燥地の表流水資源、すなわち貯水池は流入河川の流域の植生被覆度が低いこともあって土砂流入量が多く、それが堆積して貯水容量を減少させ、水資源の持続的利用を妨げる一因となる。したがって、貯水池堆砂を適正に管理・排除し、貯水容量を保つ必要があるが、同国では現状で特別な対策は取られておらず、年におよそ0.5%の表流水資源が失われている。堆砂管理、すなわち浚渫が行われないのは事業コストが大きいため、その経済的負担の軽減が持続可能な水資源の利用につながる。本研究では以下の方法により浚渫コストの軽減の可能性について検討した。

1. 浚渫土の有効利用とその収益による浚渫事業費回収の可能性の検討

上記のように、表流水資源管理において浚渫コストの確保が根本的な問題の一つであるため、浚渫土を有効利用し、その事業費を回収する可能性を検討した。まず、チュニジア国内の4つの貯水池(Joumine, Sejnane, Mellegue, Masri)において底泥のサンプリングを行い、粒度分析等を行ったところ、いずれの堆積物も数 μm 程度の非常に細粒なシルト質であった。また、後述するように、深度の大きい貯水池では夏期に水温成層が発達し、下層が嫌気化するため、底泥も嫌気化している様子が確認でき、流域より輸送されてきた有機物がその嫌気状態の下で腐植化している可能性も考えられた。そこで、本研究では底泥の「細粒性」と「腐植物質含有」の可能性に着目し、有効利用の検討を試みた。

(a) 土壌改良剤としての利用

同国の土壌は塩分濃度が高く、灌漑農業によって塩類集積を起こしやすい。また、水資源に困窮していることから以前より下水処理水の灌漑への利用が検討され、実際に一部の農地や娯楽施設などの灌漑が下水処理水で行われている例もあるが、処理水質に少なからず懸念があり、土壌や農作物への重金属の蓄積について議論されている。

貯水池底泥の細粒性および腐植物質含有であるため、これらの課題の解決策とな

りうると考えられた。すなわち、腐植物質はアルカリ塩類集積土壌の土壌改良剤として有効であることが知られている。また、細粒な粘土・シルトは重金属等の吸着に優れ、腐植物質も官能基によって金属を保持することができる。そこで、前出の4貯水池の一つである Joumine 貯水池で底泥を大量にサンプリングし、スファックス郊外の El Hajib 地区にある下水処理水灌漑試験地区にてオオムギを用いた栽培比較実験を行った。2m×2m の試験区を2つ用意し、一方には貯水池底泥をペレット化し乾燥させたものを 35ton/ha 相当散布した。一方は対照区として無施用とし、それぞれに同等の下水処理水灌漑を行った。

その結果、貯水池底泥の施用によって植物体への重金属の取り込み量の減少が確認された。さらに実験室において貯水池底泥施用量、土壌塩分濃度、土壌中亜鉛濃度を变化させたポット栽培試験を行ったところ、底泥施用量を増した場合のみ亜鉛および銅の取り込み量が減少することが確認できた。

一方で、本試験区では施用区、無施用区ともに塩類集積を確認することはできず、塩類集積対策としての土壌改良効果の評価を行うことはできなかった。しかし、後述するように、同国の貯水池底泥から腐植物の抽出を試みたところその含量は多くなかったことから、貯水池底泥の含有腐植物質によるアルカリ塩類集積土壌に対する効果はそれほど大きくないことが予想され、試験地を変えるなどの追加の実験を行う必要はないと判断された。

(b) セラミックス(レンガ)としての利用可能性の検討

貯水池底泥は非常に細粒で、一部流域では従来より陶器製造産業が盛んでその原料も流域の地山から採取されていることから、それら母岩や土壌が侵食されて堆積した貯水池底泥もセラミックス原料としての利用の可能性が高いことが示唆される。そこで貯水池から採取した底泥サンプルを用いて、現地のセラミックスの主製品であるレンガ工場と同じ工程で砂や水と同じ比率で貯水池底泥を混合、乾燥、焼成を行ってセラミックスの試作を試みた。

試作した試験片で3点曲げ試験を行い、その強度について評価した。その結果、前述の4つの貯水池の底泥から作ったセラミックスは一つを除いて現在レンガ工場で製造されているものよりも高い強度を示すことが明らかとなった。

次に、実際のレンガ工場における原料調達から製品出荷までの各プロセスにかかるコストの情報をレンガ工場へのヒヤリングにより収集し、地山から採取していた原料を貯水池底泥で代替し、底泥の浚渫コストを製品価格に上乗せすることによりカバーする可能性について検討した。その結果、わずか 1.27% の価格上乗せにより浚渫費用を負担できることが明らかとなった。

最後に全国の貯水池での底泥発生量とレンガ工場における原料需要量を比較し、事業実現性について評価を行った。その結果、同国全体でおよそ 20 ある大型の貯水池すべてに、現況で同国の海洋で航路確保のために使用されている浚渫船の最小規模のものを導入すると仮定して試算を行ったところ、大部分の貯水池底泥が 10 年～30 年程で浚渫を完了できる一方で、1 貯水池あたりの土砂発生量がレンガ工場 3～4 件程度の原料需要に匹敵することとなった。同国ではあらゆる建造物がレンガによって建設され、その需要は非常に大きいものの、現況で国内のレンガ工場は 20 件しかなく、貯水池底泥を浚渫事業として採算性が見込めるペースで操業すれば、レンガ工場に対して原料供給過多となる可能性が示された。

(c) 抽出腐植物質の抗アレルギー活性の検証

付加価値の高い有効利用法として、貯水池底泥中に含まれる腐植物質を抽出し、それを抗アレルギー剤として使用する可能性について検討を行った。腐植物質の抽出は国際腐植物質学会が定める手順に従って抽出し、その機能性を in-vitro バイオアッセイによって抗アレルギー性の機能性を評価することを試みた。抽出および機

能性評価を行ったのは前述の4貯水池から採取された底泥サンプルである。抽出した腐植物質のうち、フルボ酸についての機能性をATP産生、 β ヘキサミンターゼのinhibitionによって評価した。

その結果、前出の4貯水池の底泥のうち、1貯水池についてはフルボ酸をまったく抽出することができなかった。他の3つの貯水池については乾土1kgあたり数十mgのフルボ酸を抽出することができた。これらのフルボ酸はいずれも抗アレルギー作用が確認でき、貯水池底泥中に含まれるフルボ酸の利用可能性が確認できた。

次にフルボ酸の有効利用による事業全体の採算性について検証した。その結果、事業全体を採算性が取れるようにするには乾土1kgあたり数百mg程度のフルボ酸抽出量が必要で、現状の数十mg程度では採算が取れないことが示された。しかし、今回のフルボ酸抽出方法は国際腐植物質学会が定める標準的な抽出方法であるので、これを貯水池底泥からの抽出に適した方法に改良していくことを検討した。特に基礎データとして計測していた強熱減量が比較的高いにも関わらず、TOCは小さい値となっていたことから、強熱減量の相当量が有機物ではなく、底泥中に多量に含まれる炭酸カルシウムの燃焼によるものであると推測され、底泥中に多量の炭酸カルシウムが含まれていると考えられた。炭酸カルシウムはフルボ酸抽出の際に最初に使用される塩酸と反応し、二酸化炭素を発生させるが、標準的な抽出方法で加える塩酸の量では大部分がこの炭酸カルシウムとの反応に消費され、正味でフルボ酸抽出に寄与する分が少なくなっている可能性がある。そこで最初に使用する塩酸の濃度を変更して抽出を行ったところ、抽出量の増加を確認することができた。しかし、これまでのところ、採算性を満たす乾土1kgあたり数百mgの抽出量には達していない。

2. 現地観測と数値シミュレーションによる貯水池流入後の土砂の動態解析

降雨時に河川から流入した濁水は含まれる土砂を沈降させながら、また時としていったん堆積した土砂を巻き上げて取り込みながら貯水池内を流入河川口から堤体に向かって流下する。その流況について水温計、濁度計を用いて現地観測を行い、合わせて数値シミュレーションを行ってその詳細を明らかにした。濁水の動態を数値シミュレーションによって解析することにより、取水ゲートの適切な開閉により放流量を最低限に抑えながら濁水を効率的に下流側に排除するなどして費用をかけずに行える堆砂対策を検討することが可能となる。

解析対象としたのはチュニジア北部ビゼルト県にあるJoumine貯水池である。同貯水池を解析対象としたのは比較的形状が単純で2011年～2014年の春から冬の雨期に計測器を設置して観測を行ったところ、いくつかの規模の出水を捉えることができた。出水規模が小さい場合、貯水池に流入した濁水は湖水との密度差が小さいために湖水と容易に混合して拡散していくが、規模が大きく、流入水の濁度が高い場合には明確な界面を持った底層密度流として貯水池に流入し、そのまま堤体付近まで達していることが確認できた。

同現象を数値流体シミュレーションで再現するために、まず、密度界面の位置を正確に表現することが可能なSooban格子CIP法を用いた2次元シミュレーションモデルを構築し、熱収支モデルを組み込んで夏期に発達する水温成層の再現を試みた。特に同国では気象データなどの観測データが連続的に取得されていなかったため、シミュレーションに必要な不足データを他の観測項目などから推測する方法についても検討した。その整合性を確認した後、濁質の沈降・巻き上げのモジュールを組み込み、出水時に貯水池内に流入する濁水の詳細な動態の解析を行った。その結果、規模の小さい出水時には流入直後に濁質の多くが沈降し、堆砂は流入部付近で生じる。一方、出水規模が大きくなると濁水が貯水池内で流下する速度が速くなり、その過程で以前の小規模出水で堆積した土砂が再度巻き上げられ、流下の過程でより濁度を上昇させて堤体まで達することが明らかとなった。したがって大規模出水時

に底層付近のゲートを開放することにより濁水を効率的に下流に排出できる可能性が示唆された。本モデルを用いることによって、ゲートの開閉以外にも堆砂対策として貯砂ダムや水中構造物の設置により堆砂位置を限定し、効率的な浚渫が行えるようにするなどの水理学的な技術の検討も可能となった。

3. 流域土地利用解析と貯水池水理条件に基づく堆砂速度推定の検討

浚渫事業負担を技術的に軽減する方法として、出水発生時の濁水挙動に応じた排砂管理とともに流域からの土砂発生量の抑制が考えられる。その効果推定のために、上流河川集水域の土砂生産量の推定値と貯水池の水理条件に基づいて堆砂速度が簡便に推定できることが望まれる。そこで、前述の 4 貯水池の集水域に対して、DEM から各貯水池の集水域を抽出し、ASTER 衛星画像を用いて各流域の土地利用分類を現在行った。

特に同国北部では小麦畑の面積が多いが、そこからの土壌流出が非常に大きい。小麦畑の判別制度を向上させるために、異なる季節の衛星画像を用いて植生指標である NDVI の季節変化を解析し、小麦畑の判別精度を向上させた。その結果を用いて USLE モデルで年間土砂生産量を推定した。

一方で、深淺測量によって各貯水池の堆砂速度を評価し、年間土砂生産量と比較を行ったところ、堆砂速度の決定には流域土砂生産量が主たる因子ではあるものの、貯水池回転速度、河道形状なども大きな因子となっていることが示された。これらをもとに、深淺測量を行っていない貯水池についてもそれらの流域土地利用情報と貯水池の水理条件から堆砂速度が評価できるようになった。

(2)研究成果の今後期待される効果

地下水－地表水循環系における水資源動態が、マルチトレーサ解析により解明されたことにより、今後チュニジアにおける持続可能な水資源保全施策を検討する上で、水の起源、循環経路を考慮することが以下に重要であるかが明瞭になったことは、意義が大きいものと考えられる。降水の安定同位体マップは、チュニジア北部広域において、降水の起源を推定する上で、今後必要不可欠になるものと期待され、また、内陸(Siliana)流域と沿岸(Sousse)流域における地下水－地表水循環系の概念モデル化は、当該地域のみならず、チュニジア北部域における、メソスケール流域の水循環プロセスを検討する上で、良きテキストになるであろう。さらに、ダム下流域の地下水涵養に果たすダム起源水の寄与率を、その時空間分布とともに定量的に明らかにした成果は、沿岸域の水資源施策において、きわめて重要なものであり、今後の当地域における研究において、広く引用されるべき図であると考えられる。

さらに、水資源管理部門では JICA と現地の国際協力機関である ATCT が協力してサブサハラアフリカを含むフランス語圏アフリカ周辺国を対象とした水資源管理に関わる第三国研修が企画され、本事業に関わる研究者らも講師として参加した。こうした形でチュニジアを拠点としながらさらに第三国へと本研究事業の成果が共有されていくことも期待される。

また、本プロジェクトで共同研究を進めていた現地側の学生 3 名を JASSO 短期受け入れ奨学金にて筑波大学に 10 か月留学させることができた。そのうち 1 名が 2014 年秋より大学推薦国費奨学金を受けて再来日し、2015 年 4 月より博士後期課程に入学する予定である。このように、本プロジェクトの成果を足掛かりとして現地の人材育成に今後さらに波及していく可能性がある。

本プロジェクトではいくつかの具体的な水資源管理に関わる提案をしており、水資源管理を行う農業省、上水道公社(SONEDE)、下水道公社(ONAS)等に対し、その提案を紹介する機会を得てきた。これら 3 者に加えて本プロジェクトのカウンターパートとはなっていないがこれまで日本が多く技術協力を行ってきたボルジュセドリアテクノパーク水資源研究センター(CERTE)を含め、組織を超えてその具体的な提案を実現化する動きに結び付けていきたいと考えており、先方組織および JICA チュニジア事務所もそれに対し前向きである。

4. 3 乾燥地生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)に関するライブラリーを含む統合データベースの構築 (データベース構築グループ… 筑波大学)

(1)研究実施内容及び成果

統合データベースは、乾燥地生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)の検索が主な利用目的であるため、植物種名を主キーとし、これらに植物写真、基礎情報、各種アッセイ結果、その他情報の情報群をリンクした(図 1)。植物種に関する情報は北アフリカ地域の薬用植物文献(表 1)から収集し、726 種のデータを入力した(表 2)。

日本へ持ち込んだサンプルの生物資源ライブラリーを整備する為、植物体サンプルの整理・保管を行った。手順は、次の通りである。まず、乾燥状態の植物体サンプルの入った採集袋を表書き毎に仕分けし、植物体サンプルのゴミ等を取り除き、遮光瓶に入れた。次に、遮光瓶毎に、台帳上で ID を取得し、対応する欄に、種名、採集部位、採集日、採集場所、瓶の重量を記入し、仮ラベルを行った。これらの情報を、植物体サンプルリストに入力し、台帳上の情報や採集袋の表書きと相違が無いことを確認後、2D コード化された ID ラベルを遮光瓶へ貼り付け、ID 順に保管した。使用済みとなった採集袋は、情報面をコピーし、ファイル保管を行った。これらの作業は、整理・保管専用の部屋で行われており、保管環境は一定に保たれている。また、植物体サンプルとその情報は、非常に価値が高いため、保管部屋や情報のセキュリティ対策を行っている。現在、日本へ持ち込まれた植物体の整理・保管は全て終了しており、サンプル種数は 68 種(表 3)、ID 化された遮光瓶の総数は 1224 本である。

これまでにチュニジアにおいて撮影した植物の写真を整理し、同定によって 289 種の植物を判別した。このうち 105 種がデータベース該当種であった(表 4)。該当種の写真をデータベース内の写真項目に追加した。これらの写真については元ファイルの画像解像度が高いため、ウェブ上で閲覧しやすいように写真サイズを 800×800 ピクセル内に縮小したものと、また検索画面用に 160×160 ピクセルに縮小したものを作成した。

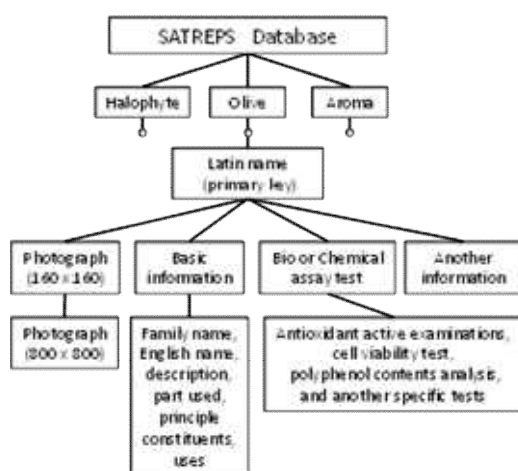


図 1 データベースの基本構造

表 1 薬用植物文献 (データリソース)

No.	Reference
1	Chemli, R. 1997. Medicinal, aromatic and culinary plants of Tunisian flora. In Proceedings of the International Expert Meeting on Medicinal, Culinary and Aromatic Plants in the Near East. Cairo, Egypt 19-21 May 1997. FAO Regional Office for the Near East.
2	Fawzi Kotb, 1985. Medicinal Plants in Libya. Arab Encyclopedia House.
3	Loutfy Boulos, 1983. Medicinal plant in north africa. Reference Publications, Inc. Michigan.
4	Mohamed Néjid Rejeb, Mohamed Larbi Khouja, Zeineb Ghrabi, Rachid Chemli, Ali Albouchi, Abdelhamid Khaldi, Mohamed Dahman, 2006. Guide des plantes médicinales et aromatiques. janvier.
5	Mohamed Neffati, 2008. Domestication des plantes spontanées autochtones à usages multiples en zones arides et désertiques. Centre d'Information et de Documentation des Régions Arides. Médenine.
6	Lucienne Delille, 2007. Les plantes médicinales d'Algérie. Berti editions, Alger.
7	Belgacem Nasri Recueil des experiences concernant la medication a base des plantes. Orientissime, Nanterre
8	Batanouny, K. H. 1999. Wild medicinal plants in Egypt. Academy of Scientific Research and Technology, Egypt, International Union for Conservation.

表2 データベース収録植物リスト (1)

ID	Species name	ID	Species name
1	<i>Aaronsohnia pubescens</i>	51	<i>Amygdalus communis</i>
2	<i>Abies alba</i>	52	<i>Anacyclus pyrethrum</i>
3	<i>Abrus precatorius</i>	53	<i>Anagallis arvensis</i>
4	<i>Acacia farnesiana</i>	54	<i>Anagyris foetida</i>
5	<i>Acacia nilotica</i>	55	<i>Anarrhinum fruticosum</i> subsp. <i>brevifolium</i>
6	<i>Acacia saligna</i>	56	<i>Anastatica hierochuntica</i>
7	<i>Acacia seyal</i>	57	<i>Anchusa azurea</i>
8	<i>Acacia tortilis</i>	58	<i>Androcymbium gramineum</i>
9	<i>Acacia tortilis</i> subsp. <i>raddiana</i>	59	<i>Anemone coronaria</i>
10	<i>Acanthus mollis</i>	60	<i>Anethum graveolens</i>
11	<i>Achillea cretica</i>	61	<i>Anthemis pseudocotula</i>
12	<i>Achillea fragrantissima</i>	62	<i>Anthriscus cerefolium</i>
13	<i>Achillea millefolium</i>	63	<i>Anthyllis henoniana</i>
14	<i>Adhatoda vasica</i>	64	<i>Anthyllis lagascana</i>
15	<i>Adiantum capillus-veneris</i>	65	<i>Anthyllis vulneraria</i>
16	<i>Adonis aestivalis</i>	66	<i>Aphanes arvensis</i>
17	<i>Adonis annua</i>	67	<i>Apium graveolens</i>
18	<i>Adonis dentata</i>	68	<i>Arachis hypogaea</i>
19	<i>Adonis vernalis</i>	69	<i>Arbutus unedo</i>
20	<i>Agave sisalana</i>	70	<i>Arenaria serpyllifolia</i>
21	<i>Ageratum conyzoides</i>	71	<i>Argania spinosa</i>
22	<i>Agrimonia eupatoria</i>	72	<i>Argemone mexicana</i>
23	<i>Ailanthus altissima</i>	73	<i>Argyrolobium uniflorum</i>
24	<i>Ajuga iva</i>	74	<i>Arisarum vulgare</i>
25	<i>Ajuga reptans</i>	75	<i>Aristolochia littoralis</i>
26	<i>Albizia lebbbeck</i>	76	<i>Aristolochia rotunda</i>
27	<i>Alchemilla vulgaris</i>	77	<i>Arnica montana</i>
28	<i>Alhagi graecorum</i>	78	<i>Artemisia absinthium</i>
29	<i>Alhagi maurorum</i>	79	<i>Artemisia arborescens</i>
30	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	80	<i>Artemisia atlantica</i>
31	<i>Alkanna tinctoria</i>	81	<i>Artemisia campestris</i>
32	<i>Alliaria petiolata</i>	82	<i>Artemisia dracunculus</i>
33	<i>Allium ampeloprasum</i>	83	<i>Artemisia herba-alba</i>
34	<i>Allium cepa</i>	84	<i>Artemisia judaica</i>
35	<i>Allium roseum</i>	85	<i>Artemisia vulgaris</i>
36	<i>Allium sativum</i>	86	<i>Arum italicum</i>
37	<i>Allium schoenoprasum</i>	87	<i>Arundo donax</i>
38	<i>Alnus glutinosa</i>	88	<i>Asparagus acutifolius</i>
39	<i>Aloe ferox</i>	89	<i>Asparagus aestivus</i>
40	<i>Aloe perryi</i>	90	<i>Asparagus horridus</i>
41	<i>Aloe vera</i>	91	<i>Asparagus officinalis</i>
42	<i>Aloysia citriodora</i>	92	<i>Asphodelus fistulosus</i>
43	<i>Alpinia officinarum</i>	93	<i>Asphodelus ramosus</i> subsp. <i>ramosus</i>
44	<i>Althaea officinalis</i>	94	<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>
45	<i>Amaranthus cruentus</i>	95	<i>Asplenium scolopendrium</i> var. <i>americanum</i>
46	<i>Ambrosia maritima</i>	96	<i>Asplenium trichomanes</i>
47	<i>Ammi majus</i>	97	<i>Astragalus armatus</i>
48	<i>Ammi visnaga</i>	98	<i>Astragalus caprinus</i>
49	<i>Ammodaucus leucotrichus</i>	99	<i>Astragalus gombo</i> subsp. <i>gomboeformis</i>
50	<i>Ammoides pusilla</i>	100	<i>Astragalus hamosus</i>

表2 データベース収録植物リスト (2)

ID	Species name	ID	Species name
101	<i>Astragalus tenuifolius</i>	151	<i>Carthamus tinctorius</i>
102	<i>Astragalus tribuloides</i>	152	<i>Carum carvi</i>
103	<i>Atriplex halimus</i>	153	<i>Cassia italica</i>
104	<i>Atriplex hortensis</i>	154	<i>Casuarina equisetifolia</i>
105	<i>Atriplex mollis</i>	155	<i>Catharanthus roseus</i>
106	<i>Atropa belladonna</i>	156	<i>Cedrus atlantica</i>
107	<i>Avena sativa</i>	157	<i>Ceiba pentandra</i>
108	<i>Azadirachta indica</i>	158	<i>Celtis australis</i>
109	<i>Bacopa monnieri</i>	159	<i>Cenchrus ciliaris</i>
110	<i>Balanites aegyptiaca</i>	160	<i>Centaurea acaulis</i>
111	<i>Ballota hirsuta</i>	161	<i>Centaurea alexandrina</i>
112	<i>Ballota nigra</i>	162	<i>Centaurea benedicta</i>
113	<i>Bambusa bambos</i>	163	<i>Centaurea calcitrapa</i>
114	<i>Bauhinia variegata</i>	164	<i>Centaurea cyanus</i>
115	<i>Bellis annua</i>	165	<i>Centaurea pumilio</i>
116	<i>Berberis vulgaris</i> subsp. <i>australis</i>	166	<i>Centaurea sicula</i>
117	<i>Beta vulgaris</i>	167	<i>Centaurium erythraea</i>
118	<i>Betula pubescens</i> var. <i>pubescens</i>	168	<i>Centaurium pulchellum</i>
119	<i>Bixa orellana</i>	169	<i>Ceratonia siliqua</i>
120	<i>Blepharis ciliaris</i>	170	<i>Ceterach officinarum</i>
121	<i>Boerhavia repens</i>	171	<i>Chamaemelum nobile</i>
122	<i>Borago officinalis</i>	172	<i>Chenopodium album</i>
123	<i>Brassica napus</i>	173	<i>Chenopodium vulvaria</i>
124	<i>Brassica nigra</i>	174	<i>Chrozophora tinctoria</i>
125	<i>Brassica oleracea</i>	175	<i>Chrysanthemum coronarium</i>
126	<i>Brassica rapa</i>	176	<i>Cicer arietinum</i>
127	<i>Brassica tournefortii</i>	177	<i>Cichorium endivia</i>
128	<i>Bryonia cretica</i>	178	<i>Cichorium intybus</i>
129	<i>Bryonia cretica</i> subsp. <i>dioica</i>	179	<i>Cinnamomum camphora</i>
130	<i>Buddleja madagascariensis</i>	180	<i>Cistanche phelypaea</i>
131	<i>Bunium bulbocastanum</i>	181	<i>Cistanche tubulosa</i>
132	<i>Bunium pachypodium</i>	182	<i>Cistus albidus</i>
133	<i>Buxus sempervirens</i>	183	<i>Cistus crispus</i>
134	<i>Caesalpinia sappan</i>	184	<i>Cistus ladanifer</i>
135	<i>Cajanus cajan</i>	185	<i>Cistus monspeliensis</i>
136	<i>Calendula arvensis</i>	186	<i>Citrullus colocynthis</i>
137	<i>Calendula officinalis</i>	187	<i>Citrullus lanatus</i>
138	<i>Calicotome villosa</i>	188	<i>Citrus aurantium</i>
139	<i>Calligonum azel</i>	189	<i>Citrus limon</i>
140	<i>Calligonum calvescens</i>	190	<i>Citrus paradisi</i>
141	<i>Calligonum comosum</i>	191	<i>Clematis flammula</i>
142	<i>Calluna vulgaris</i>	192	<i>Cleome amblyocarpa</i>
143	<i>Calotropis procera</i>	193	<i>Cleome arabica</i>
144	<i>Camellia sinensis</i> var. <i>sinensis</i>	194	<i>Cleome droserifolia</i>
145	<i>Cannabis sativa</i>	195	<i>Clinopodium nepeta</i> subsp. <i>glandulosum</i>
146	<i>Capparis decidua</i>	196	<i>Cnicus benedictus</i>
147	<i>Capparis spinosa</i>	197	<i>Cocos nucifera</i>
148	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	198	<i>Coix lacryma-jobi</i>
149	<i>Capsicum annuum</i>	199	<i>Colchicum autumnale</i>
150	<i>Carlina gummifera</i>	200	<i>Colchicum ritchii</i>

表 2 データベース収録植物リスト (3)

ID	Species name	ID	Species name
201	<i>Coleus</i> sp.	251	<i>Cynodon dactylon</i>
202	<i>Colutea cilicica</i>	252	<i>Cynoglossum cheirifolium</i>
203	<i>Commiphora opobalsamum</i>	253	<i>Cynoglossum officinale</i>
204	<i>Conium maculatum</i>	254	<i>Cynomorium coccineum</i>
205	<i>Consolida ajacis</i>	255	<i>Cyperus esculentus</i>
206	<i>Convolvulus arvensis</i>	256	<i>Cyperus longus</i>
207	<i>Convolvulus hystrix</i>	257	<i>Cyperus papyrus</i>
208	<i>Convolvulus thunbergii</i>	258	<i>Cyperus rotundus</i>
209	<i>Conyza bonariensis</i>	259	<i>Cytisus scoparius</i>
210	<i>Conyza canadensis</i>	260	<i>Dactylis glomerata</i>
211	<i>Corchorus olitorius</i>	261	<i>Daemia tomentosa</i>
212	<i>Cordia myxa</i>	262	<i>Daphne gnidium</i>
213	<i>Coriandrum sativum</i>	263	<i>Datura metel</i>
214	<i>Coriaria myrtifolia</i>	264	<i>Datura stramonium</i>
215	<i>Cornulaca monacantha</i>	265	<i>Daucus carota</i>
216	<i>Coronilla scorpioides</i>	266	<i>Daucus carota</i> var. <i>boissieri</i>
217	<i>Corrigiola litoralis</i> subsp. <i>telephiifolia</i>	267	<i>Daucus carota</i> var. <i>sativa</i>
218	<i>Cotoneaster orbicularis</i>	268	<i>Delonix regia</i>
219	<i>Cotula cinerea</i>	269	<i>Delphinium staphisagria</i>
220	<i>Cotula coronopifolia</i>	270	<i>Dianthus caryophyllus</i>
221	<i>Crambe maritima</i>	271	<i>Dioscorea alata</i>
222	<i>Crataegus curvisepala</i>	272	<i>Dioscorea bulbifera</i>
223	<i>Crataegus monogyna</i>	273	<i>Dioscorea communis</i>
224	<i>Cressa cretica</i>	274	<i>Diospyros kaki</i>
225	<i>Crithmum maritimum</i>	275	<i>Diploaxis harra</i>
226	<i>Crocus sativus</i>	276	<i>Dipsacus fullonum</i>
227	<i>Crotalaria aegyptiaca</i>	277	<i>Dittrichia viscosa</i>
228	<i>Crotalaria juncea</i>	278	<i>Dodonaea viscosa</i>
229	<i>Crotalaria retusa</i>	279	<i>Drimia maritima</i>
230	<i>Cucumis melo</i>	280	<i>Dryopteris filix-mas</i>
231	<i>Cucurbita maxima</i>	281	<i>Duranta erecta</i>
232	<i>Cucurbita pepo</i>	282	<i>Dysphania ambrosioides</i>
233	<i>Cucurbita pepo</i> subsp. <i>ovifera</i>	283	<i>Ebenus pinnata</i>
234	<i>Cullen plicatum</i>	284	<i>Ecballium elaterium</i>
235	<i>Cuminum cyminum</i>	285	<i>Echinops spinosissimus</i>
236	<i>Cupressus arizomca</i>	286	<i>Echium angustifolium</i> subsp. <i>sericeum</i>
237	<i>Cupressus sempervirens</i>	287	<i>Echium italicum</i>
238	<i>Curcuma zedoaria</i>	288	<i>Echium plantagineum</i>
239	<i>Cuscuta epithymum</i>	289	<i>Eclipta prostrata</i>
240	<i>Cuscuta europaea</i>	290	<i>Elaeagnus angustifolia</i>
241	<i>Cuscuta planiflora</i>	291	<i>Eleusine coracana</i>
242	<i>Cycas revoluta</i>	292	<i>Eleusine indica</i>
243	<i>Cyclamen africanum</i>	293	<i>Elymus repens</i>
244	<i>Cydonia oblonga</i>	294	<i>Eminium spiculatum</i>
245	<i>Cymbopogon citratus</i>	295	<i>Ephedra alata</i>
246	<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	296	<i>Ephedra altissima</i>
247	<i>Cymbopogon schoenanthus</i> subsp. <i>Proximus</i>	297	<i>Epilobium hirsutum</i>
248	<i>Cynara cardunculus</i>	298	<i>Equisetum arvense</i>
249	<i>Cynara cardunculus</i> subsp. <i>flavescens</i>	299	<i>Equisetum maximum</i>
250	<i>Cynara humilis</i>	300	<i>Equisetum telmateia</i>

表2 データベース収録植物リスト (4)

ID	Species name	ID	Species name
301	<i>Erica arborea</i>	351	<i>Glycyrrhiza foetida</i>
302	<i>Erica multiflora</i>	352	<i>Glycyrrhiza glabra</i>
303	<i>Eriobotrya japonica</i>	353	<i>Gossypium arboreum</i>
304	<i>Erodium cicutarium</i>	354	<i>Gymnocarpus decander</i>
305	<i>Erodium glaucophyllum</i>	355	<i>Haloxylon salicornicum</i>
306	<i>Erodium moschatum</i>	356	<i>Haloxylon scoparium</i>
307	<i>Eruca vesicaria</i>	357	<i>Haplophyllum tuberculatum</i>
308	<i>Eryngium campestre</i>	358	<i>Hedera helix</i>
309	<i>Eryngium creticum</i>	359	<i>Hedysarum carnosum</i>
310	<i>Eryngium ilicifolium</i>	360	<i>Helianthemum confertum</i> var. <i>brachypodium</i>
311	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	361	<i>Helianthemum lippii</i>
312	<i>Eucalyptus globulus</i>	362	<i>Helianthus annuus</i>
313	<i>Eucalyptus gomphocephala</i>	363	<i>Helichrysum luteoalbum</i>
314	<i>Eupatorium cannabinum</i>	364	<i>Heliotropium bacciferum</i>
315	<i>Euphorbia balsamifera</i>	365	<i>Heliotropium ramosissimum</i>
316	<i>Euphorbia falcata</i>	366	<i>Henophyton deserti</i>
317	<i>Euphorbia granulata</i>	367	<i>Herniaria glabra</i>
318	<i>Euphorbia helioscopia</i>	368	<i>Herniaria hirsuta</i>
319	<i>Euphorbia lathyris</i>	369	<i>Hertia cheirifolia</i>
320	<i>Euphorbia officinarum</i> subsp. <i>echinus</i>	370	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>
321	<i>Euphorbia peplus</i>	371	<i>Hibiscus sabdariffa</i>
322	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	372	<i>Hordeum vulgare</i>
323	<i>Euphorbia resinifera</i>	373	<i>Humulus lupulus</i>
324	<i>Fagonia bruguieri</i>	374	<i>Hyoscyamus albus</i>
325	<i>Faidherbia albida</i>	375	<i>Hyoscyamus falezlez</i>
326	<i>Ferula communis</i>	376	<i>Hyoscyamus muticus</i>
327	<i>Ficus benghalensis</i>	377	<i>Hyoscyamus niger</i>
328	<i>Ficus carica</i>	378	<i>Hypocoum procumbens</i>
329	<i>Foeniculum vulgare</i>	379	<i>Hypericum perforatum</i>
330	<i>Fragaria vesca</i>	380	<i>Hypericum triquetrifolium</i>
331	<i>Frangula dodonei</i>	381	<i>Hyphaene thebaica</i>
332	<i>Fraxinus angustifolia</i>	382	<i>Ilex paraguariensis</i>
333	<i>Fraxinus excelsior</i>	383	<i>Imperata cylindrica</i>
334	<i>Fumaria capreolata</i>	384	<i>Ipomoea batatas</i>
335	<i>Fumaria judaica</i>	385	<i>Iris foetidissima</i>
336	<i>Fumaria officinalis</i>	386	<i>Iris germanica</i>
337	<i>Fumaria parviflora</i>	387	<i>Iris pseudacorus</i>
338	<i>Galium aparine</i>	388	<i>Jasminum fruticans</i>
339	<i>Galium mollugo</i>	389	<i>Jasminum grandiflorum</i>
340	<i>Galium odoratum</i>	390	<i>Jasminum officinale</i>
341	<i>Gastrocotyle hispida</i>	391	<i>Jatropha curcas</i>
342	<i>Genista tricuspidata</i>	392	<i>Jatropha glauca</i>
343	<i>Geranium robertianum</i>	393	<i>Juglans regia</i>
344	<i>Geum urbanum</i>	394	<i>Juncus acutus</i>
345	<i>Glaucium corniculatum</i>	395	<i>Juncus maritimus</i>
346	<i>Glaucium flavum</i>	396	<i>Juniperus communis</i>
347	<i>Globularia alypum</i>	397	<i>Juniperus oxycedrus</i>
348	<i>Globularia vulgaris</i>	398	<i>Juniperus phoenicea</i>
349	<i>Glycine max</i>	399	<i>Juniperus thurifera</i>
350	<i>Glycine max</i> subsp. <i>soja</i>	400	<i>Kleinia anteuphorbium</i>

表2 データベース収録植物リスト (5)

ID	Species name	ID	Species name
401	<i>Lablab purpureus</i>	451	<i>Matricaria aurea</i>
402	<i>Lactuca sativa</i>	452	<i>Matricaria chamomilla</i>
403	<i>Lactuca serriola</i>	453	<i>Medicago sativa</i>
404	<i>Lactuca virosa</i>	454	<i>Melaleuca leucadendra</i>
405	<i>Lagenaria siceraria</i>	455	<i>Melia azedarach</i>
406	<i>Lamium album</i>	456	<i>Melilotus indicus</i>
407	<i>Lantana camara</i>	457	<i>Melilotus macrocarpus</i>
408	<i>Lathyrus aphaca</i>	458	<i>Melilotus officinalis</i>
409	<i>Lathyrus sativus</i>	459	<i>Melilotus sp.</i>
410	<i>Laurus nobilis</i>	460	<i>Melissa officinalis</i>
411	<i>Lavandula angustifolia</i>	461	<i>Mentha aquatica</i>
412	<i>Lavandula angustifolia</i> subsp. <i>angustifolia</i>	462	<i>Mentha longifolia</i>
413	<i>Lavandula dentata</i>	463	<i>Mentha piperita</i>
414	<i>Lavandula multifida</i>	464	<i>Mentha pulegium</i>
415	<i>Lavandula stoechas</i>	465	<i>Mentha rotundifolia</i>
416	<i>Lawsonia inermis</i>	466	<i>Mentha spicata</i>
417	<i>Lens culinaris</i> subsp. <i>culinaris</i>	467	<i>Mentha spicata</i> subsp. <i>spicata</i>
418	<i>Leontice leontopetalum</i>	468	<i>Mentha suaveolens</i>
419	<i>Leopoldia comosa</i>	469	<i>Mentha villosa</i>
420	<i>Leopoldia maritima</i>	470	<i>Mercurialis annua</i>
421	<i>Lepidium sativum</i>	471	<i>Micromeria graeca</i> subsp. <i>graeca</i>
422	<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	472	<i>Mirabilis jalapa</i>
423	<i>Leucanthemum vulgare</i>	473	<i>Moltkiopsis ciliata</i>
424	<i>Linum usitatissimum</i>	474	<i>Moricandia suffruticosa</i>
425	<i>Lithospermum arvense</i>	475	<i>Moringa peregrina</i>
426	<i>Lobularia maritima</i>	476	<i>Morus alba</i>
427	<i>Lolium perenne</i>	477	<i>Morus nana</i>
428	<i>Lolium temulentum</i>	478	<i>Morus sp.</i>
429	<i>Lonicera caprifolia</i>	479	<i>Myristica fragrans</i>
430	<i>Lotus corniculatus</i>	480	<i>Myrtus communis</i>
431	<i>Lotus creticus</i>	481	<i>Narcissus tazetta</i>
432	<i>Lotus cytisoides</i>	482	<i>Nasturtium officinale</i>
433	<i>Lotus tetragonolobus</i>	483	<i>Nerium oleander</i>
434	<i>Ludwigia adscendens</i>	484	<i>Nicotiana glauca</i>
435	<i>Luffa cylindrica</i>	485	<i>Nicotiana rustica</i>
436	<i>Lupinus albus</i>	486	<i>Nicotiana tabacum</i>
437	<i>Lycium afrum</i>	487	<i>Nigella arvensis</i>
438	<i>Lycium intricatum</i>	488	<i>Nigella damascena</i>
439	<i>Lycopersicum esculentum</i>	489	<i>Nigella sativa</i>
440	<i>Lycopus europaeus</i>	490	<i>Nitraria retusa</i>
441	<i>Lythrum salicaria</i>	491	<i>Nitraria tridentata</i>
442	<i>Maerua crassifolia</i>	492	<i>Nymphaea alba</i>
443	<i>Malus pumila</i>	493	<i>Ocimum basilicum</i>
444	<i>Malva parviflora</i>	494	<i>Olea europaea</i>
445	<i>Malva sylvestris</i>	495	<i>Ononis spinosa</i>
446	<i>Mandragora autumnalis</i>	496	<i>Ononis spinosa</i> subsp. <i>antiquorum</i>
447	<i>Mandragora officinarum</i>	497	<i>Ononis tournefortii</i>
448	<i>Manilkara zapota</i>	498	<i>Opuntia ficus-indica</i>
449	<i>Marrubium sp.</i>	499	<i>Orchis anthropophora</i>
450	<i>Marrubium vulgare</i>	500	<i>Orchis militaris</i>

表 2 データベース収録植物リスト (6)

ID	Species name	ID	Species name
501	<i>Origanum compactum</i>	551	<i>Plantago lanceolata</i>
502	<i>Origanum floribundum</i>	552	<i>Plantago major</i>
503	<i>Origanum majorana</i>	553	<i>Plantago orbignyana</i>
504	<i>Origanum syriacum</i>	554	<i>Platanus orientalis</i>
505	<i>Origanum vulgare</i>	555	<i>Plectranthus barbatus</i>
506	<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>glandulosum</i>	556	<i>Plectranthus barbatus</i> var. <i>grandis</i>
507	<i>Oryza sativa</i>	557	<i>Plectranthus esculentus</i>
508	<i>Otanthus maritimus</i>	558	<i>Pluchea dioscoridis</i>
509	<i>Otostegia fruticosa</i>	559	<i>Plumbago europaea</i>
510	<i>Oxalis acetosella</i>	560	<i>Polygala</i> sp.
511	<i>Oxalis pes-caprae</i>	561	<i>Polygonum aviculare</i>
512	<i>Paeonia coriacea</i>	562	<i>Polygonum equisetiforme</i>
513	<i>Pallenis hierochuntica</i>	563	<i>Polygonum maritimum</i>
514	<i>Pancratium maritimum</i>	564	<i>Polypodium vulgare</i>
515	<i>Panicum turgidum</i>	565	<i>Populus alba</i>
516	<i>Papaver dubium</i>	566	<i>Populus nigra</i>
517	<i>Papaver rhoeas</i>	567	<i>Portulaca oleracea</i>
518	<i>Papaver somniferum</i>	568	<i>Posidonia oceanica</i>
519	<i>Parietaria officinalis</i>	569	<i>Potentilla reptans</i>
520	<i>Paronychia arabica</i>	570	<i>Primula boveana</i>
521	<i>Paronychia argentea</i>	571	<i>Primula officinalis</i>
522	<i>Pastinaca sativa</i>	572	<i>Prunus amygdalus</i>
523	<i>Peganum harmala</i>	573	<i>Pulicaria crispa</i>
524	<i>Pelargonium capitatum</i>	574	<i>Pulicaria incisa</i>
525	<i>Pennisetum setaceum</i>	575	<i>Pulicaria undulata</i>
526	<i>Periploca laevigata</i>	576	<i>Pulmonaria officinalis</i>
527	<i>Petroselinum crispum</i>	577	<i>Punica granatum</i>
528	<i>Phagnalon rupestre</i>	578	<i>Pyrus communis</i>
529	<i>Phaseolus vulgaris</i>	579	<i>Quercus coccifera</i>
530	<i>Phlomis</i> sp.	580	<i>Quercus ilex</i>
531	<i>Phoenix dactylifera</i>	581	<i>Quercus robur</i>
532	<i>Phragmites australis</i>	582	<i>Quercus robur</i> subsp. <i>robur</i>
533	<i>Phyla nodiflora</i>	583	<i>Quercus suber</i>
534	<i>Physalis alkekengi</i>	584	<i>Ranunculus macrophyllus</i>
535	<i>Pimpinella anisum</i>	585	<i>Ranunculus repens</i>
536	<i>Pinus halepensis</i>	586	<i>Ranunculus sceleratus</i>
537	<i>Pinus pinaster</i>	587	<i>Raphanus raphanistrum</i>
538	<i>Pinus sylvestris</i>	588	<i>Raphanus sativus</i>
539	<i>Piper cubeba</i>	589	<i>Reseda alba</i>
540	<i>Piper nigrum</i>	590	<i>Reseda luteola</i>
541	<i>Pistacia atlantica</i>	591	<i>Retama raetam</i>
542	<i>Pistacia lentiscus</i>	592	<i>Rhamnus alaternus</i>
543	<i>Pistacia terebinthus</i>	593	<i>Rhamnus cathartica</i>
544	<i>Pisum sativum</i>	594	<i>Rhanterium suaveolens</i>
545	<i>Pituranthos scoparius</i>	595	<i>Rheum rhaponticum</i>
546	<i>Pituranthos tortuosus</i>	596	<i>Rhus oxyacantha</i>
547	<i>Plantago afra</i>	597	<i>Ricinus communis</i>
548	<i>Plantago albicans</i>	598	<i>Robinia pseudoacacia</i>
549	<i>Plantago ciliata</i>	599	<i>Rorippa nasturtium</i>
550	<i>Plantago coronopus</i>	600	<i>Rosa canina</i>

表 2 データベース収録植物リスト (7)

ID	Species name	ID	Species name
601	<i>Rosa centifolia</i>	651	<i>Solenostemma argel</i>
602	<i>Rosa damascena</i>	652	<i>Solidago virga-aurea</i>
603	<i>Rosa gallica</i>	653	<i>Sonchus oleraceus</i>
604	<i>Rosmarinus officinalis</i>	654	<i>Sonchus tenerrimus</i>
605	<i>Rubia peregrina</i>	655	<i>Sorghum bicolor</i>
606	<i>Rubia tinctorum</i>	656	<i>Spartidium saharae</i>
607	<i>Rubus fruticosus</i>	657	<i>Spartium junceum</i>
608	<i>Rubus ulmifolius</i>	658	<i>Spergularia media</i>
609	<i>Rumex acetosa</i>	659	<i>Spergularia rubra</i>
610	<i>Rumex crispus</i>	660	<i>Spinacia oleracea</i>
611	<i>Rumex vesicarius</i>	661	<i>Stachys officinalis</i>
612	<i>Ruscus aculeatus</i>	662	<i>Stellaria media</i>
613	<i>Ruta chalepensis</i>	663	<i>Stipa lagascae</i>
614	<i>Ruta graveolens</i>	664	<i>Stipa parviflora</i>
615	<i>Ruta montana</i>	665	<i>Stipa tenacissima</i>
616	<i>Salix alba</i>	666	<i>Stipagrostis ciliata</i>
617	<i>Salsola kali</i>	667	<i>Stipagrostis pungens</i>
618	<i>Salsola vermiculata</i>	668	<i>Syzygium aromaticum</i>
619	<i>Salvadora persica</i>	669	<i>Tamarindus indica</i>
620	<i>Salvia aegyptiaca</i>	670	<i>Tamarix aphylla</i>
621	<i>Salvia austriaca</i>	671	<i>Tamarix articulata</i>
622	<i>Salvia fruticosa</i>	672	<i>Tanacetum parthenium</i>
623	<i>Salvia officinalis</i>	673	<i>Taraxacum officinale</i>
624	<i>Salvia sclarea</i>	674	<i>Taxus baccata</i>
625	<i>Salvia spinosa</i>	675	<i>Tecoma stans</i>
626	<i>Sambucus ebulus</i>	676	<i>Tetraclinis articulata</i>
627	<i>Sambucus nigra</i>	677	<i>Teucrium capitatum</i>
628	<i>Sansevieria zeylanica</i>	678	<i>Teucrium chamaedrys</i>
629	<i>Santhemun leucanthemum</i>	679	<i>Teucrium polium</i>
630	<i>Santolina chamaecyparissus</i>	680	<i>Thapsia garganica</i>
631	<i>Schenkia spicata</i>	681	<i>Thymbra capitata</i>
632	<i>Schinus molle</i>	682	<i>Thymelaea hirsuta</i>
633	<i>Scorzonera undulata</i>	683	<i>Thymus algeriensis</i>
634	<i>Searsia tripartita</i>	684	<i>Thymus bovei</i>
635	<i>Senecio vulgaris</i>	685	<i>Thymus broussonettii</i>
636	<i>Senna alexandrina</i>	686	<i>Thymus vulgaris</i>
637	<i>Senna italica</i>	687	<i>Tilia platyphyllos</i>
638	<i>Senna italica</i> subsp. <i>italica</i>	688	<i>Tilia sylvestris</i>
639	<i>Senna occidentalis</i>	689	<i>Traganum nudatum</i>
640	<i>Sesamum indicum</i>	690	<i>Trefesia ivalispora</i>
641	<i>Silybum marianum</i>	691	<i>Tribulus terrestris</i>
642	<i>Sinapis alba</i>	692	<i>Trifolium pratense</i>
643	<i>Sinapis arvensis</i>	693	<i>Trigonella foenum-graecum</i>
644	<i>Sisymbrium officinale</i>	694	<i>Tussilago farfara</i>
645	<i>Smilax aspera</i>	695	<i>Typha domingensis</i>
646	<i>Solanum americanum</i>	696	<i>Ulmus glabra</i>
647	<i>Solanum anguivi</i>	697	<i>Urtica dioica</i>
648	<i>Solanum dulcamara</i>	698	<i>Urtica pilulifera</i>
649	<i>Solanum lycopersicum</i>	699	<i>Urtica</i> sp.
650	<i>Solanum tuberosum</i>	700	<i>Urtica urens</i>

表 2 データベース収録植物リスト (8)

ID	Species name	ID	Species name
701	<i>Vaccaria hispanica</i>	714	<i>Vitex agnus-castus</i>
702	<i>Valeriana officinalis</i>	715	<i>Vitis vinifera</i>
703	<i>Valeriana tuberosa</i>	716	<i>Withania somnifera</i>
704	<i>Verbascum densiflorum</i>	717	<i>Xanthium strumarium</i> subsp. <i>brasiicum</i>
705	<i>Verbascum sinuatum</i>	718	<i>Zea mays</i>
706	<i>Verbascum thapsus</i>	719	<i>Zilla spinosa</i>
707	<i>Verbena officinalis</i>	720	<i>Zingiber officinale</i>
708	<i>Vicia faba</i>	721	<i>Ziziphus jujuba</i>
709	<i>Vicia sativa</i>	722	<i>Ziziphus jujuba</i> var. <i>jujuba</i>
710	<i>Vinca minor</i>	723	<i>Ziziphus lotus</i>
711	<i>Viola odorata</i>	724	<i>Ziziphus spina-christi</i>
712	<i>Viola tricolor</i>	725	<i>Zygophyllum coccineum</i>
713	<i>Viscum cruciatum</i>	726	<i>Zygophyllum gaetulum</i>

表 3 保管サンプル植物リスト

ID	Species name	ID	Species name
1	<i>Arbutus unedo</i>	35	<i>Marrubium vulgare</i>
2	<i>Artemisia campestris</i>	36	<i>Mesembryanthemum edule</i>
3	<i>Artemisia herba-alba</i>	37	<i>Myrtus communis</i>
4	<i>Arthrocnemum indicum</i>	38	<i>Nitraria retusa</i>
5	<i>Arthropytum scoparium</i>	39	<i>Noyer sp.</i>
6	<i>Asphodelus microcarpus</i>	40	<i>Olea europea</i>
7	<i>Atriplex inflata</i>	41	<i>Origanum majorana</i>
8	<i>Capparis inermis</i>	42	<i>Peganum harmala</i>
9	<i>Capparis spinosa</i>	43	<i>Phillyrea angustifolia</i>
10	<i>Ceratonia siliqua</i>	44	<i>Pinus halepensis</i>
11	<i>Cistus lebanotis</i>	45	<i>Pistacia lentiscus</i>
12	<i>Cistus monspeliensis</i>	46	<i>Plantago crassifolia</i>
13	<i>Cistus salviifolius</i>	47	<i>Quercus coccifera</i>
14	<i>Cistus villosus</i>	48	<i>Quercus ilex</i>
15	<i>Crithmum maritimum</i>	49	<i>Rantherium suaveolens</i>
16	<i>Cycium europeum</i>	50	<i>Retama raetam</i>
17	<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	51	<i>Rhamnus lycioides</i>
18	<i>Daphne gridium</i>	52	<i>Rhanterium suaveolens</i>
19	<i>Erica arborea</i>	53	<i>Rhus tripartitum</i>
20	<i>Erica multiflora</i>	54	<i>Rosmarinus officinalis</i>
21	<i>Erica scoparia</i>	55	<i>Rumex sp.</i>
22	<i>Globularia alypum</i>	56	<i>Ruta montana</i>
23	<i>Gymnocarpos decander</i>	57	<i>Salicornia sp.</i>
24	<i>Halimium halimifolium</i>	58	<i>Salsola tetrandra</i>
25	<i>Halocnemum strobilaceum</i>	59	<i>Solanum sodeum</i>
26	<i>Hammada scoparia</i>	60	<i>Tamarix aphylla</i>
27	<i>Herniaria fortanessii</i>	61	<i>Tamarix gallica</i>
28	<i>Hernowoe</i>	62	<i>Teucrium polium</i>
29	<i>Hertia cheirifolia</i>	63	<i>Thapsia gargarica</i>
30	<i>Juncus maritimus</i>	64	<i>Thymelaea hirsuta</i>
31	<i>Juniperus oxycedrus</i>	65	<i>Thymus capitatus</i>
32	<i>Juniperus phoenicea</i>	66	<i>Verbascum sinuatum</i>
33	<i>Lauris nobilis</i>	67	<i>Vitex agnus</i>
34	<i>Lavandula stoechas</i>	68	<i>Zizyphus lotus</i>

表 4 写真データリスト

ID	Species name	ID	Species name
1	<i>Adonis dentata</i>	54	<i>Lycopus europaeus</i>
2	<i>Allium roseum</i>	55	<i>Malva sylvestris</i>
3	<i>Anagallis arvensis</i>	56	<i>Marrubium vulgare</i>
4	<i>Anchusa azurea</i>	57	<i>Medicago sativa</i>
5	<i>Anthyllis vulneraria</i>	58	<i>Mentha pulegium</i>
6	<i>Arbutus unedo</i>	59	<i>Myrtus communis</i>
7	<i>Arisarum vulgare</i>	60	<i>Nerium oleander</i>
8	<i>Artemisia campestris</i>	61	<i>Nitraria retusa</i>
9	<i>Artemisia herba-alba</i>	62	<i>Olea europaea</i>
10	<i>Asparagus acutifolius</i>	63	<i>Origanum vulgare</i>
11	<i>Astragalus armatus</i>	64	<i>Oxalis pes-caprae</i>
12	<i>Astragalus hamosus</i>	65	<i>Papaver dubium</i>
13	<i>Atriplex mollis</i>	66	<i>Papaver rhoeas</i>
14	<i>Ballota hirsuta</i>	67	<i>Paronychia argentea</i>
15	<i>Bellis annua</i>	68	<i>Peganum harmala</i>
16	<i>Beta vulgaris</i>	69	<i>Phagnalon rupestre</i>
17	<i>Borago officinalis</i>	70	<i>Phoenix dactylifera</i>
18	<i>Calendula arvensis</i>	71	<i>Pinus halepensis</i>
19	<i>Calicotome villosa</i>	72	<i>Pistacia lentiscus</i>
20	<i>Capparis spinosa</i>	73	<i>Pituranthos scoparius</i>
21	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	74	<i>Plantago albicans</i>
22	<i>Centaurea calcitrapa</i>	75	<i>Plantago coronopus</i>
23	<i>Ceratonia siliqua</i>	76	<i>Polygonum equisetiforme</i>
24	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	77	<i>Polypodium vulgare</i>
25	<i>Cistus crispus</i>	78	<i>Posidonia oceanica</i>
26	<i>Cistus monspeliensis</i>	79	<i>Prunus amygdalus</i>
27	<i>Cleome arabica</i>	80	<i>Punica granatum</i>
28	<i>Convolvulus arvensis</i>	81	<i>Quercus coccifera</i>
29	<i>Crithmum maritimum</i>	82	<i>Quercus ilex</i>
30	<i>Cyclamen africanum</i>	83	<i>Quercus suber</i>
31	<i>Cynodon dactylon</i>	84	<i>Ranunculus macrophyllus</i>
32	<i>Cynoglossum cheirifolium</i>	85	<i>Raphanus raphanistrum</i>
33	<i>Daphne gnidium</i>	86	<i>Reseda alba</i>
34	<i>Ebenus pinnata</i>	87	<i>Retama raetam</i>
35	<i>Echium plantagineum</i>	88	<i>Rhanterium suaveolens</i>
36	<i>Erica arborea</i>	89	<i>Ricinus communis</i>
37	<i>Erica multiflora</i>	90	<i>Rosmarinus officinalis</i>
38	<i>Erodium moschatum</i>	91	<i>Rubia peregrina</i>
39	<i>Eruca vesicaria</i>	92	<i>Ruta chalepensis</i>
40	<i>Fumaria capreolata</i>	93	<i>Salsola vermiculata</i>
41	<i>Glaucium corniculatum</i>	94	<i>Scorzonera undulata</i>
42	<i>Globularia alypum</i>	95	<i>Smilax aspera</i>
43	<i>Gymnocarpos decander</i>	96	<i>Sonchus oleraceus</i>
44	<i>Hertia cheirifolia</i>	97	<i>Stipa parviflora</i>
45	<i>Hypericum triquetrifolium</i>	98	<i>Stipa tenacissima</i>
46	<i>Juncus maritimus</i>	99	<i>Tamarix aphylla</i>
47	<i>Juniperus oxycedrus</i>	100	<i>Teucrium polium</i>
48	<i>Juniperus phoenicea</i>	101	<i>Thymelaea hirsuta</i>
49	<i>Laurus nobilis</i>	102	<i>Thymus algeriensis</i>
50	<i>Lavandula stoechas</i>	103	<i>Verbascum sinuatum</i>
51	<i>Linum usitatissimum</i>	104	<i>Vitex agnus-castus</i>
52	<i>Lobularia maritima</i>	105	<i>Ziziphus lotus</i>
53	<i>Lotus creticus</i>		

(2)研究成果の今後期待される効果

アッセイ結果を含めたデータベースの活用することによってターゲット植物の絞り込みが容易になり、スクリーニングにかかるコストや時間を節約することで新規機能性探索に関する研究に貢献することが期待される。また、本データベースを用いることによってチュニジアだけでなく、北アフリカ地域の薬用植物に関する情報も収集できる。

4. 4 分子マーカーを活用した耐乾性食用作物の育種方法の開発（育種方法開発グループ… 筑波大学）

(1)研究実施内容及び成果

2013年9月に公表されたIPCC第5次評価報告書によれば、現在の化石エネルギーに依存した経済成長が続けば、人間活動による温室効果ガスの排出は増え続け、地球全体の平均気温は21世紀末までに平均3.7℃(2.6—4.8℃)上昇すると予想されている。また、原子力エネルギーからの脱却も求められていることから、今後、温室効果ガスの排出抑制が更に困難になるため、地球規模での更なる気温上昇が懸念される。地球規模の温暖化は、とくに熱帯地域における生物多様性を減少させるとともに、乾燥化や塩類集積による耕作可能地の減少を加速すると予想されている。そのため、作物の乾燥耐性や塩類耐性を一層強化することは喫緊の課題である。そのため、育種方法開発グループは、主要穀物の乾燥耐性、塩類耐性、開花特性など作物の環境適応に関連する量的形質遺伝子座(Quantitative Trait Loci, QTL)を検出し、QTLと連鎖する選抜用DNAマーカーの開発をめざす。これらの成果により、環境変動を受けやすいQTLの安定で簡便な選抜法が開発され、短期間で目標形質を備えた新品種の開発が可能になる。

本研究課題では、アフリカ起源の穀物ソルガムとチュニジアの主要穀物であるデュラムコムギとオオムギを用いて、乾燥や塩類など非生物学的ストレス耐性評価法を開発し、多様な遺伝資源に内在する品種変異を解析する。また、SSR (Simple Sequence Repeats)およびSNP (Single Nucleotide Polymorphism)マーカーを用いた遺伝解析により、目標形質に関与するQTLの染色体上の位置を特定する。さらに、雑種後代におけるQTL近傍のDNAマーカー座における遺伝子型と形質値との有意性検定により、形質選抜に有用なDNAマーカーを選定する。

4-1 耐乾食用作物の乾燥耐性と適応関連形質に関与する遺伝子座の同定

(1)研究実施内容及び成果

(a)開花期は植物の環境適応と密接に関わる形質であり、作物の栽培地域を決定する重要な形質でもある。もし開花期を自在に制御できれば、干ばつ害や塩害等の環境ストレスによる作物の障害を回避あるいは軽減できる。開花期の早晩は日長や気温に対する反応性の違いにより決まる。本研究では、SSRマーカーを用いて自然日長下および短日条件下における開花期に関する遺伝解析により、短日性植物ソルガムの開花期と日長反応性に関与するQTLの検出をめざした。また、ソルガムの日長反応性の品種変異を解析するため、品種固有の適日長限界時間(栄養成長から生殖成長に移行するための最短の日長時間)を明らかにする。晩生の日本品種(菊池在来)と早生のエチオピア品種(SC112)との交配に由来するF₂集団144個体を自然日長下と12時間日長の短日条件下で栽培し、開花期の分離を調査した。ゲノムに散在する213個のSSRマーカーを用いてF₂個体の多型解析を行い、その結果を基に連鎖地図を作成し、QTL解析を行った。また、コアコレクション107品種から任意に早生、中生、晩生の36品種を選んで短日処理を行い、異なる短日条件に対するソルガム品種の応答を調べた。自然日長下での開花期に関与する9個のQTLと12時間日長下での開花期に関与する7個のQTLを検出した(図1、図2)。これらのQTLのうち、5個のQTLは自然日長下と12時間日長下で検出され、4個のQTLは自然日長下でのみ、また2個のQTLは12時間日長下でのみ

検出された。すべての QTL は開花期の変異に対する寄与率が小さかった。以上の結果から、ソルガムの開花期の変異には作用力が小さく、日長反応性が異なる多数の微働遺伝子が関与することが明らかになった。ソルガムの開花期の遺伝的制御はどうもろこしと同様であり、イネの出穂や日長反応性に関わる制御機構とは大きく異なった。イネ科植物における開花(出穂)の遺伝的制御の違いは、繁殖様式や栽培化過程が関係していると考えられる。日本品種を用いた実験から、これまでソルガムの適日長限界時間は 12.5 時間以下であると考えられてきたが、幅広い変異をもつコアコレクションを用いた今回の実験では、ソルガムの適日長限界時間は 11.5 時間程度であると推定した。

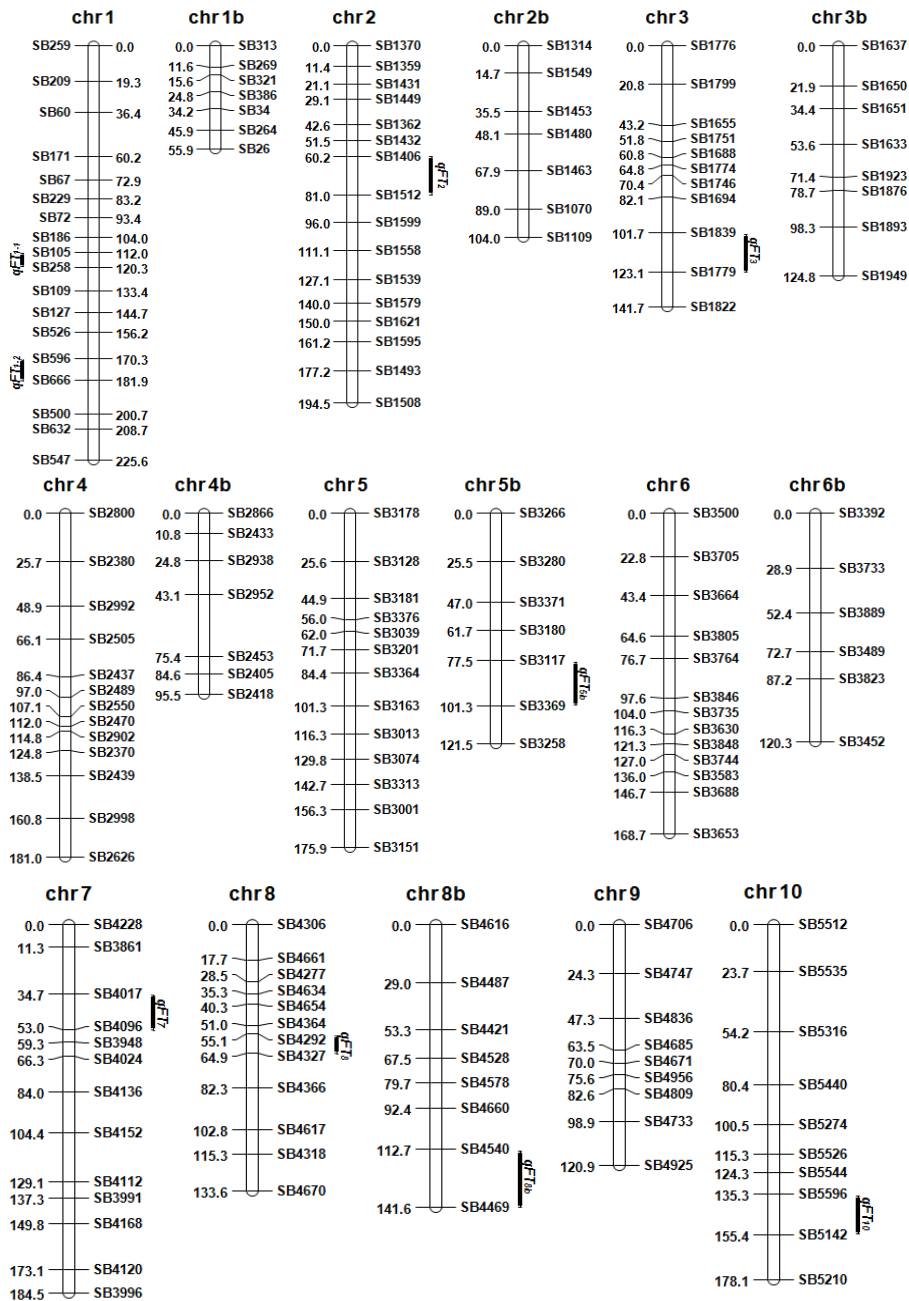


図1 自然日長下で検出された開花期関連 QTL

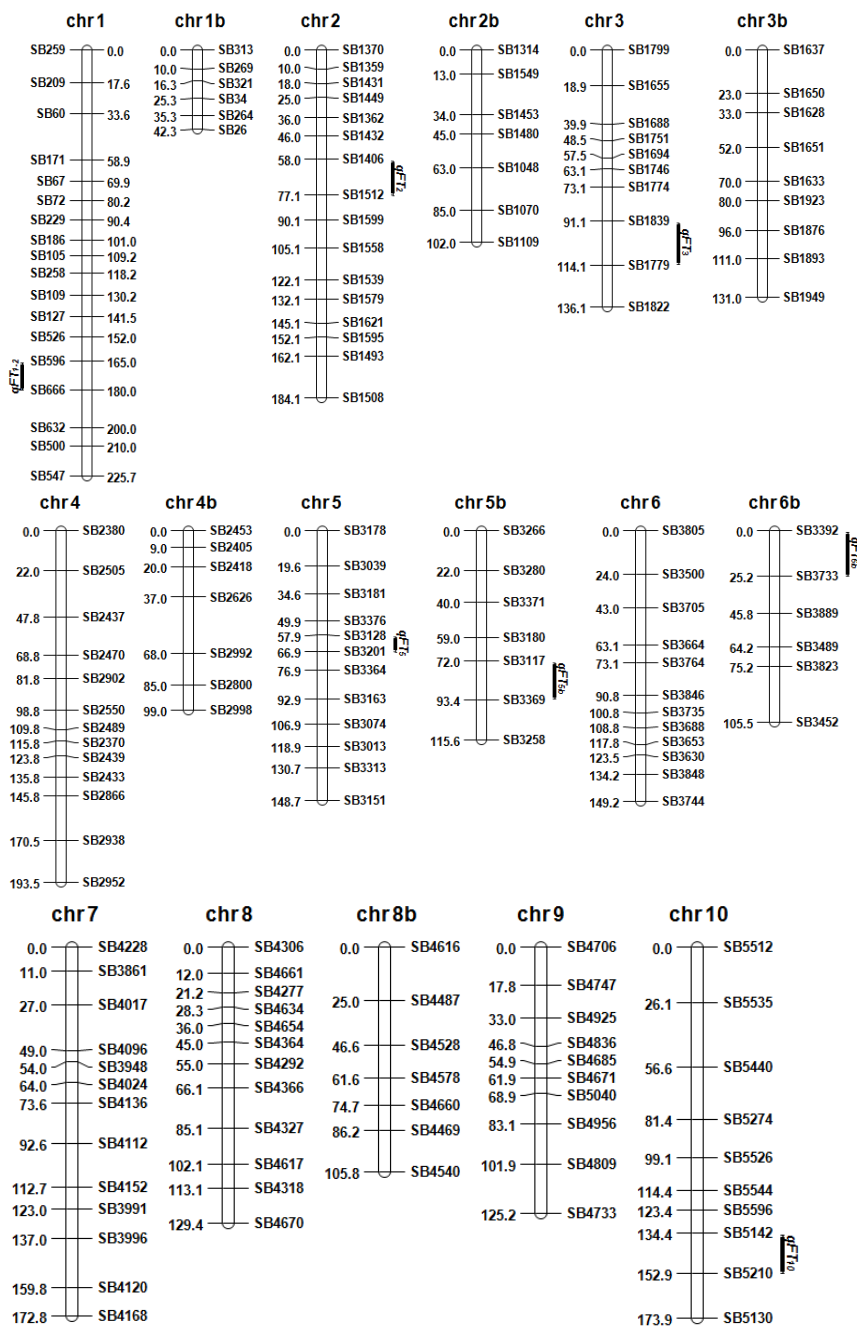


図2 12時間日長下で検出された開花期関連 QTL

- (b) ソルガムはエチオピアからスーダンに至る熱帯の乾燥地で起源し、広く世界に伝播した穀物である。ソルガムは乾燥等の非生物学的ストレスに対する耐性を有することから、他の主要穀物が栽培できないような不良環境条件下でも栽培が可能である。しかし、地球温暖化による砂漠化が進行する中で、ソルガムにおいても乾燥耐性の強化は今後の重要な育種課題である。そこで、本研究では、ソルガムのコアコレクション 107 品種を用いて、幼穂形成期から 12 日間灌水あるいは断水処理を行い、葉の乾燥程度他 22 形質を調査した。乾燥耐性の指標として用いた葉の乾燥程度については、国際イネ研究所が作成した評価マニュアルに従って 0（無）

～9（葉面積の90%に乾燥害が発生）の10分級で評価した。アソシエーション解析の結果、ソルガムの乾燥耐性に関連する QTL が第1染色体に座乗することを見出した。この QTL は全分散に対して約20%の寄与率を示した。調査した形質の中で、乾燥条件下でのみ QTL が同定できた形質は、穂の抽出度、稈の内径および止葉長であった。とくに、穂の抽出度は乾燥から穂を守るために重要な形質であり、第10染色体に検出された QTL が全分散の61.2%に寄与することが示唆された。以上の結果から、ソルガムの乾燥耐性を評価するための指標として、生育前期では葉の乾燥程度を、また生育後期では穂の抽出度が有効であると考えられる。

(c)地球温暖化による砂漠化が進行する中で、乾燥とともに塩類集積が拡大し、多くの作物にとって塩害は深刻な問題となっている。強い不良環境耐性を有するソルガムであっても、耐塩性の強化は今後の重要な育種課題である。そこで、本研究では、ソルガムの耐塩性評価法を確立し、その方法を用いてソルガムコアコレクション107品種の耐塩性変異を解析し、耐塩性データと SSR マーカー98座の遺伝子型情報を用いたアソシエーション解析により耐塩性関連 QTL を検出することを目的とした。250mM の NaCl 処理後、感受性品種の葉枯死率が80-90%になる時期から1週間後の枯死率を指標として耐塩性を評価する方法を確立した。この評価法を用いてコアコレクション107品種の耐塩性を評価し、アソシエーション解析により耐塩性関連 QTL を検索した。その結果、無処理区における葉の枯上がり（老化）に関与する QTL が検出された第1染色体（連鎖群 A）に、SSR マーカー座 Xtxp43 と連鎖する耐塩性関連の QTL を検出した。第1染色体の近接した領域に葉の老化、乾燥耐性および耐塩性に関連する QTL が座乗していることが明らかになった（図3）。

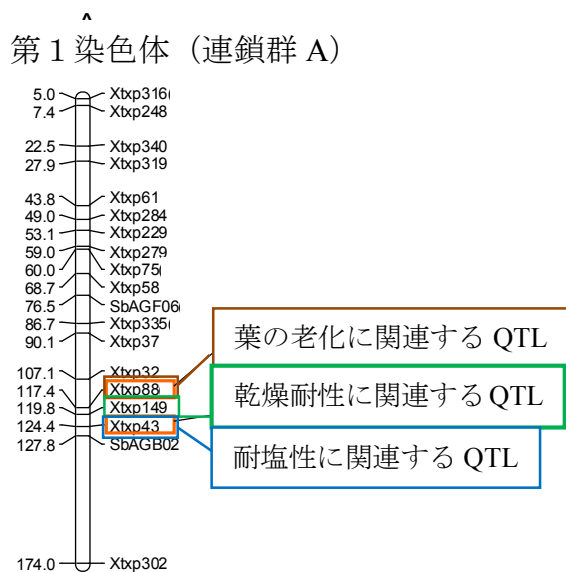


図3 乾燥耐性と耐塩性に関連する QTL の座乗位置

(d)チュニジアのコムギ栽培地帯では灌漑水に含まれる塩類による障害が問題になっており、耐塩性の向上は重要な育種目標である。本課題では、チュニジアにおいて最大の栽培面積を占めるデュラムコムギの耐塩性強化のため、多様な遺伝資源に内在する遺伝変異を探索し、アソシエーション解析と QTL 解析により耐塩性に関与する QTL の同定に取り組んだ。デュラムコムギ119品種を100mM の NaCl 液で水耕栽培し、葉の枯死率をパラメータとして幼苗期における耐塩性を評価した。94 個の SSR マーカー座における遺伝子型データと耐塩性評価デー

タを用いてアソシエーション解析を行った結果、4B 染色体上に耐塩性関連領域を検出した。また、イタリア原産の耐塩性品種 Saragolla とチュニジア原産の感受性品種 Razzek との交配により作出した F₂ 集団 163 個体と 32 個の SSR マーカーを用いて連鎖地図を作成し、F₂ 個体別の F₃ 系統を用いて耐塩性を評価した。F₃ 系統における耐塩性の変異は両親品種の範囲に分布し、超越分離が認められなかったことから、耐塩性には少数の遺伝子が関与すると考えられた。SSR マーカー遺伝子型データと耐塩性評価データを用いて QTL 解析を行った結果、4B 染色体と 5B 染色体の短腕側に耐塩性に関与する QTL(*qDL4*, *qDL5*)を検出した(表 1)。*qDL4* はアソシエーション解析により検出された QTL と同一あるいは近接する染色体領域に座乗することが明らかになった。これら 2 つの QTL は耐塩性の全分散に対して 68% の寄与率を示した。

表 1 デュラムコムギの耐塩性関連 QTL

QTL	座乗染色体	連鎖する SSR マーカー	LOD 値	相加効果	全分散に対する寄与率 (%)
qDL4	4B	gwm6 wmc251	13.34	1.75	25
qDL5	5B	barc128 gwm159	23.75	-2.85	43

(e)岡山大学資源植物科学研究所より分譲されたアジア産オオムギコアコレクションを用いて、幼苗期における耐塩性関連 QTL の同定に取り組んだ。まず、第 2 葉の完全展開後から 17 日間、200mM および 250mM の NaCl 液で処理し、塩処理後 14 日目に根長、幼苗長、根重、幼苗重、葉の枯死程度(1-5 の分級値)を調査した。その結果、オオムギの幼苗期における耐塩性評価法として、NaCl 液の最適濃度は 250mM であり、幼苗長、幼苗の乾物重および葉の枯死程度を耐塩性評価のパラメータとする方法を確認した。確立した評価法を用いて、オオムギ 296 品種の苗を 250mM の NaCl 液で水耕栽培し、葉数、苗長、根長、地上部乾物重および根乾物重の無処理区と処理区にける相対比(STI, Salt tolerance index)と葉の損傷度(LIS, Leaf injury score)を調査した。これらの形質の中では地上部乾物重の STI と LIS が耐塩性評価のための最適なパラメータであることを明らかにした。ついで、383 個の SNP(Single Nucleotide Polymorphism) マーカー座における遺伝子型データと耐塩性評価データを用いてアソシエーション解析を行った。その結果、地上部乾物重の STI に関する 2 個の QTL および LIS に関する 5 個の QTL を検出した。LIS に関する 5 個の QTL では、すべて A から G への塩基置換により耐塩性が向上した。これら 7 個の QTL のうち、3H 染色体と 4H 染色体に座乗する LIS に基づく耐塩性 QTL は、本研究により新規に検出された遺伝子座である。

表2 オオムギの耐塩性関連 QTL

耐塩性パラメータ	座乗染色体	SNP マーカー	座 乗 位 置 (cM)	SNPs	ポジティブ効果	-log ₁₀ (P)	R ² (%)
STL(SDW)	1H	4927-1340	137.8	A/C	C	2.54	6
STI(SDW)	2H	1826-229	59.9	A/G	G	2.54	3

LIS	1H	3263-2865	140.5	A/G	G	3.12	5
LIS	2H	4434-804	68.2	A/G	G	2.90	5
LIS*	3H	2236-773	91.9	A/G	G	4.42	8
LIS*	4H	ABC09432 -1160	65.1	A/G	G	2.57	4
LIS	5H	ABC06144 -pHv8601	89.4	A/G	G	2.50	4

LIS*: 本研究により新規に検出された QTL

STI (%): 塩処理区での形質値/無処理区での形質値 x 100, SDW: 地上部乾物重

LIS: 葉の損傷程度(5段階で達観評価)

(2)研究成果の今後期待される効果

本研究では、チュニジアの主要穀物であるデュラムコムギ、オオムギおよびソルガムを研究対象として、乾燥地や半乾燥地の作物栽培にとって主要な育種目標である乾燥耐性や耐塩性の強化の基礎となる遺伝解析を行った。その結果、すべての作物で乾燥耐性や耐塩性に関与する QTL を検出した。これらの QTL の中には、本研究により新規に同定された QTL が含まれている。既知の QTL とのピラミディングにより、より強度の耐性を付与することが可能になる。これらの成果は、今後、作物育種において活用されることが期待される。

また、本研究では遺伝解析の方法として、SSR や SNP の多型情報を利用したアソシエーション解析(連鎖不平衡解析)を用いた。この方法は、ゲノムワイドに内在する遺伝変異を網羅的に捉えるものであり、雑種集団を作出する必要がない。本研究を通じて、アソシエーション解析が QTL あるいは染色体領域の特定に有効な方法であると結論づけることができる。

4-2 乾燥耐性と適応関連形質と連鎖する分子マーカーの開発

(1)研究実施内容及び成果

(a)QTL に連鎖する DNA マーカーを用いた選抜法の開発はゲノム育種にとって重要な課題であり、そのためのアプローチとして後代系統を用いた QTL の検証は不可欠である。本研究では、F₃系統を用いてすべての開花期関連の QTL とそれに隣接する SSR マーカー座における遺伝子型との関連性を解析し、開花期の選抜に有効なマーカーを選定する。後代検定の結果、各 QTL と連鎖する SSR マーカー座における 3 種類の遺伝子型(早生品種型、ヘテロ型、晩生品種型)間で開花期に有意差が認められたのは 7 箇所の領域であった。QTL 解析により検出された自然日長下での開花期に関与する QTL のうち、*qFT1-1*、*qFT2*、*qFT3*、*qFT5b*、*qFT7*、*qFT8b-1*、*qFT8b-2* の計 7 個の QTL の存在が検証された。これらの QTL の選抜には隣接する SSR マーカー、*SB258*、*SB1512*、*SB1839*、*SB3369*、*SB4096*、*SB4540*、*SB4660* が有効であることが明らかになった。

(b)デュラムコムギにおいて検出された耐塩性 QTL を後代検定により検証した。QTL の両側に近接する SSR マーカー座の遺伝子型がヘテロ(共優性)を示す F₂ 個体を自殖すると、その後代では耐塩性品種型:ヘテロ型:感受性品種型が 1:2:1 の比率で分離する。耐塩性品種あるいは感受性品種と同じ遺伝子型を示す F₂ 個体の耐塩性評価データを比較し、両者の間で有意差が認められれば、連鎖する SSR マーカー座における遺伝子型による間接選抜が耐塩性選抜に有効であると考えられる。そこで、4B 染色体上の耐塩性 QTL (*qDL4*) を挟み込む 2 つの SSR マーカー座(*gwm6*、*wmc251*)の遺伝子型により分けた耐塩性品種型と感受性品種型のグループ間で耐塩性評価値に有意差が認め

られた。また、5B 染色体上の耐塩性 QTL(*qDL5*)に近接する片側の SSR マーカー座 (*gwm159*、*barc128* 座ではヘテロ型を示す F₂ 個体が含まれていなかった)ので、本実験からは除外)の遺伝子型に基づく2つのグループ間で耐塩性評価値に有意差が認められた。以上の結果から、デュラムコムギの耐塩性育種において、*qDL4* に対して *gwm6* と *wmc251*、*qDL5* に対して *gwm159* は有効であることが明らかになった。

(2)研究成果の今後期待される効果

F₂ 集団を用いて検出された QTL は、後代系統や戻し交雑系統等を用いて検証する必要がある。しかし、通常の遺伝解析では、遺伝変異の探索、交配親の選定、交配、F₁ の養成、F₂ 集団の作出等のために 3~4 年の期間が必要である。本研究では、雑種集団による遺伝解析(QTL 解析)を行うことができたソルガムの開花期とデュラムコムギの耐塩性について、F₂ 世代で検出した QTL を F₃ 世代における DNA マーカー座での遺伝子型情報により選抜可能であるかを検証した。その結果、ソルガムの開花期における1例を除き、QTL に近接する SSR マーカー遺伝子型の違い(両親型、ヘテロ型)により、形質値には有意差が認められたことから、育種選抜に有効な SSR マーカーを選定できた。これらのマーカーは実際の育種において活用されることが期待できる。

4. 5 乾燥地生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)の利用法・製品化に関する技術の開発 (製品化技術開発グループ… 筑波大学)

(1)研究実施内容及び成果

乾燥地および半乾燥地におけるオリーブ、薬用植物、耐塩性植物を含む有用生物資源ならびにこれら由来の副産物の抗酸化物質等の食品加工技術および食品・医薬品としての用途開発と、製品化に関する技術の開発や、製品の市場調査計画作成を行った。主に下記の内容について実施した。

1. 有用生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)由来の機能成分について食品加工技術の導入
2. 食品加工のスケールアップ技術の開発
3. 有用生物資源の経済性評価

5-1. 食品加工技術の開発

オリーブ由来のポリフェノールの抗酸化機構と物理化学特性の関係の解明および食用用途展開を目指して、オリーブに含まれる代表的ポリフェノールであるオレウロペインの油水界面特性を検討した。その結果、オリーブ含有のオレウロペインに顕著な界面活性効果がみとめられた。ここで、ポリフェノールの抗酸化機構と物理化学特性の関係の解明および食用用途展開を目指して、下記の項目について検討を行った。

1. 油水界面にオレウロペインの吸着量の検討

オレウロペインに界面張力を低下させる効果があることを見いだした。オレウロペインの界面活性能及び乳化能の定量的評価を目指し、水・油界面におけるオレウロペインの吸着量の理論的予測を行った。ギブスの吸着式を基礎として、オレウロペインの界面吸着量を求めることができた。得られた値は、 8.92×10^{-7} mol/m² であった。連続相の総ポリフェノール濃度に応じて水・油界面で起きる分子のパッキング現象についても熱力学的解析を行った。

オリーブオイルに含まれているポリフェノールの中では主な成分がオレウロペインであることに基づいて、オレウロペインの界面活性について検討した(図1)。その結果、カテキンやチロソールに比べてオレウロペインは最も高い界面張力低下能を有することが示された。

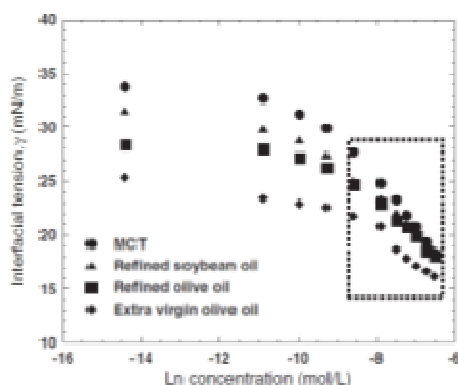


図 1. オレウロペイン濃度が食用油/水の界面張力に与える影響

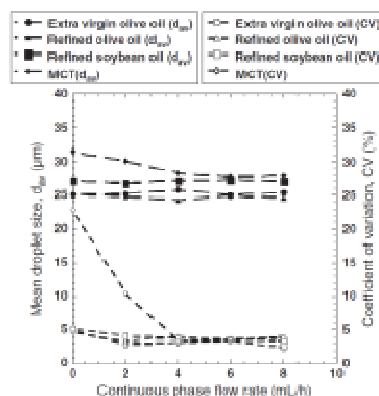


図 2. オレウロペインの乳化特性

2. オレウロペインの界面活性能及び乳化能評価、並びにオリーブ由来オレウロペインを内包したエマルジョンの調製及び特性評価の検討

これまで、高圧乳化法及びマイクロチャネル乳化法を用いて、オレウロペインを内包したエマルジョンの調製及び特性評価を行い、マイクロチャネル乳化法を用いて、調製された水中油滴型(O/W)エマルジョンにおいて、オレウロペインに界面張力を低下させる効果があること、またオレウロペインを含むオリーブ油が高いエマルジョン安定性を持っていることを明らかにしてきた。

マイクロチャネル乳化を用い、種々の O/W エマルジョン調製におけるオレウロペインの安定化効果を検討した(図 2)。オリーブ油、大豆油、中鎖脂肪酸のいずれかを分散相とし、0.6 wt%オレウロペイン水溶液を連続相として用いることで、平均粒子径 $25\ \mu\text{m}$ (CV<5%) の O/W エマルジョンが調製でき、炭素鎖長が長い脂肪酸で構成される油脂で形成した O/W エマルジョンが高い安定性を示された。オレウロペインは乳化能力を有すること、今後、合成乳化剤の代わりに使用できることが示された。

さらに、オレウロペインの機能活性と構造の関係を解明するため、分子動力学(MD)手法を用い、真空、水および油水界面系におけるオレウロペインの分子構造シミュレーションを行った。MDシミュレーションは、温度 300 K として、2 fs の時間ステップで、少なくとも 30 fs 実施した。各系において、オレウロペインの最大および最も曲がりやすい部分とする 7 つのねじれ角を計算し、微小環境に依存して、オレウロペインが異なる構造をとることが示された。真空中での構造は、グルコース基がヒドロキシチロソール基と近接していた。水中では、グルコース基はヒドロキシチロソール基から遠く離れる配置を取った、これは水素結合に起因すると考えられる。油水界面系では、オレウロペインのグルコース基がヒドロキシチロソールおよびエネノール酸部分基と整列した構造を取り、油水界面に広がったより開いた構造で、界面に特異的に配位していることが示された。この構造は、油水界面において実験的に明らかにされたオレウロペインの界面活性と対応している。

3. 膜法によるオレウロペインの分離特性の検討

種々のナノ濾過膜を用いてオレウロペインの基礎的な分離特性を明らかにした。さらに pH、濾過圧力がオレウロペインのナノ濾過における透過流束およびオレウロペインの阻止率に与える影響を明らかにした(図 3)。また実際のオリーブミル工場廃水にナノ濾過膜分離を適用して、オレウロペインや他のポリフェノール成分の分離特性の解析と、膜法によるポリフェノール成分の効率的回収方法を検討してきた。

各種の限外濾過(UF)やナノ濾過(NF)膜の性能を評価した。結果を次に示す。ナノ濾過膜 MPF-44 が最も高い阻止率を持つことが示された。MPF-44 と NTR-7410 の NF

膜を組み合わせることでポリフェノールの精製効率を上げることが期待される。

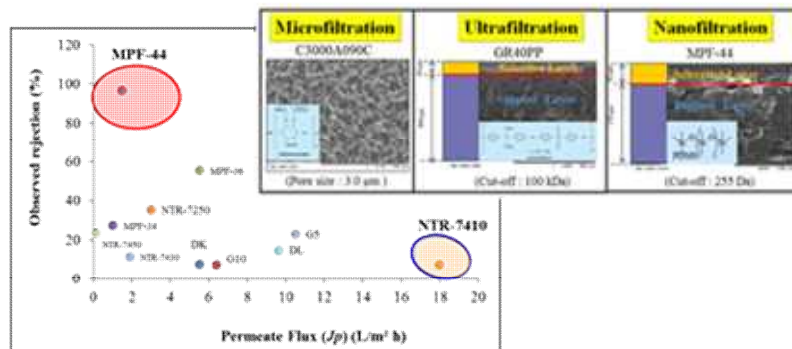


図 3. 種々の膜を用いた膜透過流速とオレウロペインの阻止率

オリーブオイル処理廃水の組成を調べた結果、主に糖類 56.0%、またポリフェノール類 2.35%、脂脂肪 3%、タンパク質 5%、その他 33.62% (リグニン、タニン、灰分等)が含まれていることが分かった。また、多段膜分離プロセスを用いることによってオレウロペインの回収率は 80%となり、ハイドロキシチロソールの回収率が 70%まで向上されることが示された。

4. オリーブミル工場廃水からポリフェノールの分離特性及び精製方法の検討

オリーブミル廃水 (OMW) からのポリフェノール分離精製のための新規統合プロセスを提案した。このプロセスは次のとおりである。まず OMW に対して、5,380 g で遠心分離を行うことで、単糖類と脂質が大部分を占めている有機物質が 45%削減できる。次に上清液を真空蒸発し、結晶化の核生成速度を増大させる。このステップでは、溶解固形物の 60%が分離でき、ポリフェノールはほとんどが濃縮物に移行される。異なる濃度のエタノールを添加することで、得られた混合物の結晶化を起こし、固体相としての単糖とミネラルを分離させる。結果として、本プロセスにより、90%エタノールを添加することで、液相中のポリフェノールが最大純度を示した。得られた液相を蒸留によりエタノールを回収することで、ポリフェノール高純度含有水溶液が得られる。本プロセスは、OMW から高純度ポリフェノールを得るために、エタノールを貧溶媒として用いる方法であり、米国特許として申請した。

5-2. 有用植物の経済性評価

本研究では、新規機能性が特定されたオリーブ、薬用・アロマティック植物、耐塩性植物などの有用植物を対象に、同植物から精製される生産物の需要と生産基盤及び有用性植物の伝統的価値を調査し、その潜在的な需要と供給能力を解析することにより、付加価値、比較生産費・比較優位構造を明らかにすることを目的とした。

本研究では、経済学、法学、安全管理学、および宗教学の観点から、以下のように、研究・調査を実施した。

1. チュニジアのオリーブ農家を調査し、確率的フロンティア関数や包絡分析法 (DEA) を用いて、その効率性を分析した。具体的には、チュニジアのオリーブ農家に対して実施された調査から得られたサンプルデータを用いて、決定論的フロンティア法にて分析を行い、多様なオリーブ品種の導入や機能性情報の導入、灌漑システムの導入が、オリーブの農家の経営効率性に影響を及ぼす影響を分析した。また、日本におけるオリーブオイルに関する顧客調査から得られたデータサンプルを用いて、日本人が最も高い選好を示すオリーブオイルの製品属性 (原産地、価格、味、色など) とそれに与える家計属性 (性別、収入、教育水準など) を分析し、機能性・有用性を持つオリーブオイルの開発とその市場の特定を目指した。

2. チュニジアにおける食品の安全・衛生に関する法制度や食品安全行政、およびチュニジアの農産物に関するブランド戦略について調査・分析を行った。具体的には、食品を統括する所管官庁を訪問し、チュニジアにおける食品の安全・衛生に関する法体系、食品安全行政、欧州連合による食品安全ガイドラインへの対応などについて調査を実施した。また、食品のリスク評価に関するガイドラインの整備状況について調査を実施した。さらには、企業を訪問し、チュニジア産農産物の付加価値化に向けたブランド構築およびブランディングのためのマーケティング戦略について調査を実施した。

3. チュニジアにおける有用性植物の伝統的価値について調査・分析を行った。具体的には、チュニジアにおけるオリーブ、アロマ植物などの有用性植物の伝統的価値や文化的価値の基礎研究を実施し、同植物由来の商品の付加価値向上と新規市場創造を図る宗教学的研究を展開するため、同植物に係る風習、儀礼などの資料収集を行った。本研究の成果は、下記の通りである。

1. オリーブ農家の効率性分析

確率的フロンティア関数を用いたオリーブの農家の効率性分析では、オリーブ農家調査で収集した109件のサブ・サンプルを用いて、農家の生産効率性に関する実証分析を行った。分析結果より、オリーブ農家の技術効率性の平均値は、61.2%であり、非効率性が検出された。そして、灌漑を実施した農家の技術効率性は、非灌漑農家のそれに比べて低いとの結果を得た。また、地域的な比較から、ケロワン県におけるオリーブ農家の技術効率性が最も高いことが明らかとなった。技術効率性を向上させる要因は、経営者の教育水準や経験年数、品種の選抜であり、それぞれ有意な影響を与えていることが分析結果より、明らかとなった。

一方、包絡分析法(DEA)によるオリーブ農家の効率性分析では、オリーブ農家調査で収集した118件のサブ・サンプルを用いて、農家の生産効率性に関する実証分析を行った。分析結果より、ナブール県におけるオリーブ農家の技術効率性が最も高く、またケロワン県におけるオリーブ農家の規模効率性(収穫一定下の技術効率性と収穫可変下の技術効率性の比=規模の差による効率性)が高い一方で、ナブール県の規模効率性が最も低いことが分かった。また、灌漑を実施している農家の効率性については、確率的フロンティア関数に基づく効率性分析の結果と同様に、非灌漑農家の効率性に比べて低いことも明らかとなった。

2. 食品の安全・衛生に関する法制度分析

チュニジアでの現地調査から、同国は欧州の規準に対応するための、食品衛生法や食品規制法を含む法制度の整備を進めているものの、食品の安全に関わるシステムの一元化を可能にする立法措置や法典化の現状については不明瞭な部分が多かった。その一方、輸出向け加工食品に関する安全基準への対応(HACCP 手続きを含む)については、行政主導ではなく、民間ベースで、自主的・積極的な取り組みが行われており、業界全体での対応が行政による対応を後押しているという現状が明らかとなった。また、調査より、農産物の原料・加工に関する各種認証制度(有機認証、生産地認証、ハラル認証など)の整備には積極的であり、こうした現状の背景として、認証制度が確立しているEU諸国との経済関係が深いことに加えて、チュニジア・ブランドの向上による農産物の高付加価値化とそれによる経済発展を目指していることが明らかになった。

3. 有用性植物の伝統的価値の調査

チュニジア中部オリーブ農家において、オリーブの有用性植物の伝統的価値を、文献、聞き取り及び参与観察によって調査した。オリーブをめぐる信仰・宗教的慣習は、主流であるアラブ・イスラム文明の中で「祝福された木」という表現形態をもちながら、一方でベルベル(アマジール)と呼ばれる前イスラム的文化においても魔除けや子宝祈願など特徴的な

表現形態を獲得してきたとされるが、現地調査により、モロッコ農村部など特定地域のみにもみられると思われてきた信仰・宗教的習慣が近代化の進んだチュニジア中部農村などでも、共通した形態で見られることが明らかとなった。また、農業の近代化が進むなか、収穫祭など伝統的な年中行事も政府主催の国際的イベントにするなど、観光資源化へ向かう変容などが確認された。チュニジア国内のオリーブ生産者や消費者のオリーブのイメージが明らかにされることで、付加価値商品の開発と新規市場創造を図るための指針を得られた。

(2)研究成果の今後期待される効果

1. 食品加工技術の開発

オリーブ機能性成分のオレウロペインに界面活性作用を見いだしたが、用途開発を進めるためには、安定性がネックとなることも判明した。現在、長期安定性を実現することにより、用途開発につなげていく。また、エタノール抽出、遠心分離を用いることで、ポリフェノールと低分子糖類まで精製できることを明らかにしてきた。実用化につながる成果が得られた。同時に精製される低分子糖類の中で、オリゴ糖の利活用も今後期待されるところである。

2. 有用植物の経済性評価

オリーブの農家の経営効率性に関する研究より、多様なオリーブ品種の導入や機能性情報の導入、経営者の教育水準や経験年数、灌漑システムの導入がその経営効率性に及ぼす影響が明らかとなった。今後、灌漑システムの改善、農家の経営者および労働者の経験・ノウハウの蓄積、多品種の導入を通じて、チュニジアのオリーブ農家における技術効率性の改善に資することで、オリーブ農家の収入増加が期待できる。

食品安全法制に関する研究より、チュニジアにおける食品の安全・衛生に関する法制度の現状が明らかとなった。今後、チュニジアの食品市場への新規参入を目指す日本企業の円滑なる進出活動に寄与することが期待される。また、チュニジア特産の有用植物に関する機能性分析及び伝統的価値調査の結果を踏まえ、有用性植物を利用した製品のブランド価値を明らかにすることで、オリーブ加工品やアロマ製品といった有用製品のブランディングを支援する。これにより、今後、チュニジア産輸出向け農産物のブランド・イメージ向上が期待できる。

§ 5 成果発表等

(1)原著論文発表 (国内(和文)誌 2 件、国際(欧文)誌 70 件)

1. Strelchenko P.P., O. I. Romanova, A. V. Konarev, K. Okuno, Identifying global centers of genetic diversity for grain sorghum with use of rice DNA markers. *Russian Agricultural Sciences*, 36:168-171, 2010.
2. Strelchenko P.P., H. Okuizumi, T. Shehzad, E. Malinovskaya, M. Kawase, S. Fukuoka, K. Okuno, Genetic relationships of sorghum germplasm in Asia and Africa revealed by rice cDNA-STS and indel markers. *JARQ*, 44:259-268, 2010.
3. Tzolmon S., Nakazaki E., Han J., Isoda H. Apigetrin induces erythroid differentiation of human leukemia cells K562: Proteomics approach. *Mol.Nutr.Food Res.*, 1, S93-S102, 2011.
4. Maki Iwasaki, Traditional cultures as keys for new development in Tunisia,” *Establishment of Integrative Research Base by Humanities and Sciences on Valorization of Useful Plants for Regional Development in North Africa I*, “Japan Society of Promotion of Science”, Asia Africa Science Platform Program”, Alliance for Research on North Africa, University of Tsukuba, pp.9-14, 2011.
5. Maki IWASAKI, Maher Boukhris, Zouhaier Bouallagui, Mohamed Bouaziz, Farah Ben Salem, Saad Tlig, Riadh Ksouri, Sami Sayadi, Mohamed Neffati, Chedly Abdelly and Hiroko Isoda “Traditional usage of medicinal plants among the villagers in contemporary Tunisia” *Proceedings of Tunisia-Japan Symposium on Society, Science and Technology (TJASSST) '11 in Hamammet, Republic of Tunisia*, DVD, 2011.
6. El Mannai Y., T. Shehzad, K. Okuno, Variation in flowering time in sorghum core collection

- and mapping of QTLs controlling flowering time by association analysis. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58:983-989, 2011.
7. Irie M., Kawachi A., Tarhouni J. and Ghrabi A. Development of sedimentation and characteristics of sediment on the reservoir in Tunisia. *Journal of Japan Society of Civil Engineering, Ser B1*, 67, 4, 163-168, 2011.
 8. F. Ben Fredj, J. Han, M. Irie, N. Funamizu, A. Ghrabi, H. Isoda. Assessment of wastewater-irrigated soil containing heavy metals and establishment of specific biomarkers. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 84, 54–62, 2012.
 9. Yoichi Shimoda, Junkyu Han, Kiyokazu Kawada, Abderrazak Smaoui, Hiroko Isoda. Metabolomics analysis of *Cistus monspeliensis* leaf extract on energy metabolism activation in human intestinal cells. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, Volume 2012, Article ID 428514, 7pages, 2012.
 10. El Mannai Y, T Shehzad, K Okuno. Mapping of QTLs underlying flowering time in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Breeding Science*, 62, 151-159, 2012.
 11. M. Villareal, J. Han, K. Ikuta, H. Isoda. Mechanism of Mitf inhibition and morphological differentiation effects of hirsein A on B16 melanoma cells revealed by DNA microarray. *Journal of Dermatological Science*, 67, 26-36, 2012.
 12. Hideko Motojima, Parida Yamada, Mitsuteru Irie, Masuo Ozaki, Hideki Shigemori Hiroko Isoda. Amelioration effect of humic acid extracted from solubilized excess sludge on saline-alkali soil. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 14, 3, 169-180, 2012.
 13. Riadh KSOURI, Abderrazak SMAOUI, Hiroko ISODA, Chedly ABDELLY. Utilization of Halophyte Species as New Sources of Bioactive Substances. *Journal of Arid Land Studies*, 22-1, 41-44, 2012.
 14. Kenichi KASHIWAGI, Atsushi KAWACHI, Sami SAYADI, Hiroko ISODA. Technical Efficiency of Olive Growing Farms in Tunisia and Potential Demand for Olive Oil in Japan. *Journal of Arid Land Studies*, 22-1, 45-48, 2012.
 15. Atsushi KAWACHI, Parida YAMADA, Mitsuteru IRIE, Hiroko ISODA. Characterization of Humic Substances in Sediment on Joumine Reservoir in Tunisia. *Journal of Arid Land Studies*, 22-1, 49-52, 2012.
 16. Junkyu HAN, Hiroko ISODA. Valorization of Bio-Resources in Semi-Arid and Arid Land -Functional Analysis Group of SATREPS Project in Tunisia-. *Journal of Arid Land Studies*, 22-1, 53-56, 2012.
 17. Zouhaier BOUALLAGUI, Mohamed BOUAZIZ, Junkyu HAN, Maher BOUKHRIS, Ghayth RIGANE, Ines FRIHA, Hedya JEMAI, Hela GHORBEL, Hiroko ISODA, Sami SAYADI. Valorization of Olive Processing By-Products -Characterization, Investigation of Chemico-Biological Activities and Identification on Active Compounds-. *Journal of Arid Land Studies*, 22-1, 61-64, 2012.
 18. Mitsuteru IRIE, Atsushi KAWACHI, Jamila TARHOUNI, Ahmad GHRABI, Hiroko ISODA: Sedimentation trend and behavior of turbid water in the reservoir. *Journal of Arid Land Studies*, 22-1, 91-94, 2012.
 19. Slim MTIBAA, Olfa HENTATI, Mitsuteru IRIE, Mohamed KSIBI. Soil amendment by sediment from water storage reservoir as a restoration technique in secondary treated wastewater irrigated area at El Hajeb region. *Journal of Arid Land Studies*, 22-1, 315-318, 2012.
 20. Fahmi BEN FREDJ, Mitsuteru IRIE, Junkyu HAN, Atef LIMAN, Ahmed GHRABI, Hiroko ISODA. Sensitivity of *in-vitro* Bioassays towards Several Water Origins in Tunisia Arid and Semi-arid Area. *Journal of Arid Land Studies*, 22-1, 319-322, 2012.
 21. Mohamed BRADAI, Sami SAYADI, Hiroko ISODA: Optimization of a Physicochemical Pretreatment Combined with Biological Treatment for a Highly Loaded Wastewater with Anionic Surfactants, Using Response Surface Methodology(RSM). *Journal of Arid Land Studies*, 22-1, 323-327, 2012.
 22. Kazunori Sasaki, Junkyu Han, Hideyuki Shigemori, Hiroko Isoda. Caffeoylquinic acid induces ATP production and energy metabolism in human neurotypic SH-SY5Y cells. *Nutrition and Aging*, 1, 141-150, 2012.
 23. Hideki Suganuma, Kiyokazu Kawada, Abderrazak Smaoui, Kohei Suzuki, Toshinori Kojima

- and Yukuo Abe. Allometric equations and biomass amount of representative Tunisian arid land shrubs for estimating baseline. *Journal of Arid Land Studies* 22, 219-222, 2012.
24. Kiyokazu Kawada, Kohei Suzuki, Hideki Suganuma, Abderrazak Smaoui and Hiroko Isoda. Plant biodiversity in the semi-arid zone of Tunisia. *Journal of Arid Land Studies* 22, 83-86, 2012.
 25. Yoichi Shimoda, Junkyu Han, Kiyokazu Kawada, Abderrazak Smaoui, Hiroko Isoda. Metabolomics Analysis of *Cistus monspeliensis* Leaf Extract on Energy Metabolism Activation in Human Intestinal Cells. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, Article ID 428514, 7 pages, 2012.
 26. Chekirbane, A., Tsujimura, M., et al. Mapping of groundwater salinization using Time Domain Electromagnetic induction in a small coastal semi-arid aquifer in CapBon, North-eastern of Tunisia. *Proceedings of the 22nd Salt Water Intrusion Meeting*, 56-59, 2012.
 27. Irie M., Kashiwagi K., Ujiie K., Nsiri I., Bouguerra S., Tarhouni J. Feasibility of Exploitation of the Sediment in the Reservoirs for the Sustainability of Surface Water Resource in Tunisia, *Journal of Japan Society of Civil Engineering* Ser.G, 68, 6, II41-46, 2012.
 28. Kashiwagi, K., J. Han, H. Isoda. "Valorization of Tunisian Olives and Japanese Consumer Preference for Olive Oil," in M. Pusatieri and J. Cannamela eds., *Tunisia: Economic, Political and Social Issues*, New York: Nova Science Publishers, Inc., pp.63-92, 2012.
 29. Kashiwagi, K., M. Kefi, M. Ksibi, M. Kallel, A. Kawachi, H. Isoda. Effect of Introduction of Irrigation on Productivity and Technical Efficiency of Olive Growing Farms in Tunisia: Stochastic Production Function Approach. *Proceedings of Tunisia-Japan Symposium: Sustainable Society through Advanced Agro-Food Science & Quality*, Hammamet-Tunisia, pp.70-74, 2012.
 30. Kenichi, K., N. Mtimet, L. Zaibet. Technical Efficiency and Total Factor Productivity of Olive Oil Manufacturing Firms in Tunisia. *The Journal of International Public Policy*, Vol.30, pp.53-65, 2012.
 31. Chao H, Najjaa H, Villareal M, Ksouri R, Han J, Neffati M and Isoda H. *Arthrophytum scoparium* inhibits melanogenesis through the down-regulation of tyrosinase and melanogenic gene expressions in B16 melanoma cells. *Experimental Dermatology*, 22, 2, 131-136, 2013.
 32. Eri Nakazaki, Soninkhishig Tsolmon, Junkyu Han, Hiroko Isoda. Proteomic study of granulocytic differentiation induced by apigenin 7-glucoside in human promyelocytic leukemia HL-60 cells. *European Journal of Nutrition*, 52, 25-35 2013.
 33. Myra O. Villareal, Junkyu Han, Kyoko Matsuyama, Yukiko Sekii, Abderrazek Smaoui, Hideyuki Shigemori, Hiroko Isoda. Lupenone from *Erica multiflora* Leaf Extract Stimulates Melanogenesis in B16 Murine Melanoma Cells through the Inhibition of ERK1/2 Activation. *Planta Med*, 79, 236-243, 2013.
 34. 高比良翔, 中村恭志, 石川忠晴, 入江光輝, Jamila TARHOUNI, 小島崇. チュニジア国 Joumine 貯水池の成層流動シミュレーションのための計算条件設定. *土木学会論文集 B1(水工学)*, 69, 4, 835-840, 2013.
 35. Irie M, Kawachi A, Nsiri I, Tarhouni J. Observation of floodwater behavior and sedimentation in the reservoir. *Japan Society of Civil Engineering*, Ser. B1, 69, 4, 247-252, 2013.
 36. Irie M., Han J., Kawachi A., Tarhouni J., Ksibi M., Isoda H. In vitro testing and commercialization potential of extracted fulvic acid from dredged sediment from arid region reservoirs. *Waste biomass valor.*, 5, 237-281 2013.
 37. Boulaaba M., Mkaadmini K., Tsolmon S., Han J., Smaoui A., Kawada K., Ksouri R., Isoda H., Abdelly C. In Vitro Antiproliferative Effect of *Arthrocnemum indicum* Extracts on Caco-2 Cancer Cells through Cell Cycle Control and Related Phenol LC-TOF-MS Identification. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Volume 2013, Article ID 529375, 11 pages, 2013.
 38. Chao H, Najjaa H, Villareal M, Ksouri R, Han J, Neffati M, Isoda H. *Arthrophytum scoparium* inhibits melanogenesis through the down-regulation of tyrosinase and melanogenic gene expressions in B16 melanoma cells. *Experimental Dermatology*, 22, 2, 131-136, 2013.
 39. Kashiwagi, K., M. Kefi, M. Ksibi, M. Kallel, A. Kawachi, H. Isoda. Effect of Introduction of Irrigation on Technical Efficiency of Olive-growing Farms in Tunisia. *Journal of Agricultural*

- Science and Technology, A3, 667-676, 2013.
40. El Omri A., Han J., Abdrabbah M. B., Isoda H. Down regulation effect of Rosmarinus officinalis polyphenols on cellular stress proteins in rat pheochromocytoma PC12 cells. Cytotechnology, 64, 3, 231-40, 2013.
 41. Chekirbane, A., Tsujimura, M., Kawachi, A., Isoda, H., Tarhouni, J., Benalaya, A. Hydrogeochemistry and groundwater salinization in an ephemeral coastal floodplain CapBon, Tunisia. Hydrological Sciences Journal, 58, 5, 1097-1110, 2013.
 42. Feten Zar Kalai, Junkyu Han, Riadh Ksouri, Abdelfatteh El Omri, Chedly Abdelly, Hiroko Isoda. Anti-obesity effects of an edible halophyte *Nitraria retusa* Forssk in 3T3-L1 preadipocyte differentiation and in C57B6J/L mice fed a high fat diet-induced obesity. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, Volume 2013, Article ID 368658, 11 pages, 2013.
 43. Anis Chekirbane, Maki Tsujimura, Atsushi Kawachi, Hiroko Isoda, Jamila Tarhouni, Abdallah Benalaya. Hydrogeochemistry and groundwater salinization in an ephemeral coastal flood plain: Cap Bon, Tunisia. Hydrol. Sci. J., 58(5), 1097–1110, 2013.
 44. Anna Ohtera, Yusaku Miyamae, Naomi Nakai, Atsushi Kawachi, Kiyokazu Kawada, Junkyu Han, Hiroko Isoda, Mohamed Neffati, Toru Akita, Kazuhiro Maejima, Seiji Masuda, Taiho Kambe, Naoki Mori, Kazuhiro Irie, Masaya Nagao. Identification of 6-octadecynoic acid from a methanol extract of *Marrubium vulgare* L. as a peroxisome proliferator-activated receptor γ agonist. Biochem Biophys Res Commun., 440, 204-209, 2013.
 45. Sakhi S, T Shehzad, S Rehman, K Okuno, Mapping the QTLs underlying drought stress at developmental stage of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) by association analysis. Euphytica 193:433-450, 2013.
 46. Hmon KPW, T Shehzad, K Okuno, Variation in inflorescence architecture associated with yield components in a sorghum germplasm. Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization 11-258-265, 2013.
 47. Doi R., Ito T, Irie M., Tarhouni J., Mizoguchi M. Quasi-Real-Time Monitoring of a Citrus Field in Nabeul and Joumine Dam in Tunisia. Journal of Sustainable Watershed Science & Management, 1, 3, 84–89, 2013.
 48. S. Souilem, I. Kobayashi, M. A. Neves, S. Sayadi, S. Ichikawa, M. Nakajima. Preparation of Monodisperse Food-Grade Oleuropein-Loaded W/O/W Emulsions Using Microchannel Emulsification and Evaluation of Their Storage Stability. Food Bioprocess and Technology, 7, 2014-2027, 2014.
 49. Kitagawa T., K. Kashiwagi, H. Isoda. Transformation of olive related customs and olive-growing farms in North Africa, *Abstract Book, 2nd International Conference on Arid Lands Studies: Innovations for sustainability and food security in arid and semiarid lands*, 2014
 50. Kitagawa, T. W., K. Kashiwagi, H. Isoda. Symbolism of Olive in North Africa” Book of Proceedings Tunisian-Japanese Symposium on Society, Science and Technology (TJASSST 2013) Session VII: SATREPS, March, pp. 11-14, 2014.
 51. Mahmoud Ben Othman, Karima Bel Hadj Salah, Saida Ncibi, Amer Elaissi, Lazhar Zourgui. Antibacterial and antifungal activity of extracts and essential oils of *Teucrium polium* L. subsp. *gabesianum* (L.H.) from Tunisia. Journal of Essential Oil, 2014. (submitted)
 52. Mahmoud Ben Othman, Konomi Murakami, Hui-chia Chao, Abdelfatteh El Omri, Abdelkarim Ben Arfa, Junkyu Han, Hideko Motojima, Myra O. Villareal, Mohamed Neffati, Hiroko Isoda. Preliminary screening of Tunisian aromatic and medicinal plants for anti-stress and anti-allergic activities and melanin disorders. Fitoterapia, 2014. (submitted)
 53. Souilem, S., Kobayashi, I., Neves, M. A., Jlaiel, L., Sayadi, S., Nakajima, M. Interfacial characteristics and microchannel emulsification of oleuropein-containing triglyceride oil-water systems. Food Research International. 62, 467-475, 2014.
 54. Imen Samet, Junkyu Han, Lobna Jlaiel, Sami Sayadi, Hiroko Isoda. Olive (*Olea europaea*) Leaf extract induces apoptosis and monocyte/macrophage differentiation in human chronic myelogenous leukemia k562 cells: Insight into the Underlying Mechanism. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, Volume 2014, Article ID 927619, 16 pages, 2014.
 55. Isoda H., Motojima H., Onaga S., Samet I., Villareal O. Myra, Han J., Analysis of the

- erythroid differentiation effect of flavonoid apigenin on K562 human chronic leukemia cells. *Chemico-Biological Interactions*, 220, 5, 269-277, 2014.
56. Sbei H., T. Shehzad, M. Harrabi, K. Okuno, Salinity tolerance evaluation of Asian barley accessions (*Hordeum vulgare* L.) at the early vegetative stage. *Journal of Arid Land Studies*, 24:183-186, 2014.
 57. Turki N., T. Shehzad, M. Harrabi, M. Tarchi, K. Okuno, Variation in response to salt stress at seedling and maturity stages among durum wheat varieties. *Journal of Arid Land Studies*, 24:261-264, 2014.
 58. Hmon K.P.W., T. Shehzad, K. Okuno, QTL underlying inflorescence architecture in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) as detected association analysis. *Genetic Resources and Crop, Evolution* (in press), DOI 10.1007/s10722-014-0129-y, 2014.
 59. Shehzad T., K. Okuno, QTL mapping for yield and yield-contributing traits in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) with genome-based SSR markers. *Euphytica* (in press), DOI 10.1007/s10681-014-1243-9, 2014.
 60. Turki N., T. Shehzad, M. Harrabi, K. Okuno, Detection of QTL associated with salinity tolerance in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var *durum*) based on association analysis. *Euphytica* (in press), DOI 10.1007/s10681-014-1164-7, 2014.
 61. Sbei H., K. Sato, T. Shehzad, M. Harrabi, K. Okuno, Detection of QTLs for salt tolerance in Asian barley (*Hordeum vulgare* L.) by association analysis with SNP markers. *Breeding Science* (in press), 2014.
 62. Feten Zar Kalai, Junkyu Han, Riadh Ksouri, Chedly Abdelly, Hiroko Isoda: Oral administration of Nitraria retusa ethanolic extract enhances hepatic lipid metabolism in db/db mice model 'BKS.Cg-Dock7m +/- Lepr db/J' through the modulation of lipogenesis-lipolysis balance. *Food and Chemical Toxicology* 72, 247-256, 2014.
 63. Ilyes Dammak, Marcos Neves, Hiroshi Nabetani, Hiroko Isoda, Sami Sayadi, Mitsutoshi Nakajima: Transport Properties of Oleuropein Through Nanofiltration Membranes. *Food and Bioproducts Processing*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbp.2014.04.002> (in press)
 64. Mohamed Bradai, Junkyu Han, Abdelfatteh El Omr, Naoyuki Funamizu, Sami Sayadi, Hiroko Isoda: Cytotoxic effect of linear alkylbenzene sulfonate on human intestinal Caco-2 cells: associated biomarkers for risk assessment. *Environ Sci Pollut Res*, DOI 10.1007/s11356-014-3074-6, 2014.
 65. Anis Chekirbane, Maki Tsujimura, Atsushi Kawachi, Hiroko Isoda, Jamila Tarhouni, Abdallah Benalaya: 3D simulation of a multi-stressed coastal aquifer, northeast of Tunisia: salt transport processes and remediation scenarios. *Environmental Earth Sciences*, DOI 10.1007/s12665-014-3495-z, 2014.
 66. Anis Chekirbane, Maki Tsujimura, Atsushi Kawachi, Fethi Lachaal, Hiroko Isoda, Jamila Tarhouni: Use of a time-domain electromagnetic method with geochemical tracers to explore the salinity anomalies in a small coastal aquifer in north-eastern Tunisia. *Hydrogeology Journal*, DOI 10.1007/s10040-014-1180-7, 2014.
 67. Ilyes Dammak, Marcos Neves, Hiroshi Nabetani, Hiroko Isoda, Sami Sayadi, Mitsutoshi Nakajima: Effect of pH Condition on the Retention of Oleuropein in Aqueous Solution by Nanofiltration Membrane. *Separation Science and Technology*, 49, 15, 2289-2302, 2014.
 68. Irie M., Han J., Kawachi A., Tarhouni J., Ksibi M., Kashiwagi K., Isoda H. In vitro testing and commercialization potential of extracted fulvic acid from dredged sediment from arid region reservoirs. *Waste and Biomass Valorization*, 5, 273-281, 2014.
 69. Chekirbane, A., Tsujimura, M., et al. 3D simulation of a multi-stressed coastal aquifer, northeast of Tunisia: salt transport processes and remediation scenarios. *Environmental Earth Sciences*, DOI 10.1007/s12665-014-3495-z, 2014.
 70. Shintake M. and Irie M. Dam gate operation for turbid flood water venting in the reservoir in Tunisia. *Journal of Arid Land Studies*, 2014. (査読中)
 71. Taga S., Irie M. and Fuji M. Production of water filter from reservoir sediment in Tunisia, *Journal of Arid Land Studies*, 2014. (査読中)
 72. 石川忠晴, 王明陽, 入江光輝. チュニジア国 Joumine 貯水池の土砂堆砂特性に関する研究. *ダム工学*, 2014. (査読中)

(2) 研修コースや開発されたマニュアル等

① 研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数

1. JICA&ATCT によるチュニジア第三国研修「統合的水資源管理」

研修実施数:3 回(2010, 2012, 2013)、修了者数:約 50 名(チュニジア及び周辺アフリカ諸国)

2. 農業省水資源管理者への技術研修

コース目的:貯水池管理のための深淺測量と堆砂量評価に関わる技術研修、研修実施数:1 回、修了者数:8 名

② 開発したテキスト・マニュアル類

1. 機能性評価の研修用「Protocol Bank of Bioassay」作成

2. Irie M. Bathymetric survey and data processing for the management of the sedimentation on reservoirs, June, 2013

3. Tsujimura, M. Introduction to surface water and groundwater interaction –Basic of tracer geo-hydrology-. JICA Training Course, Tunisia, 18th – 19th November, 2013.

(3) その他の著作物(総説、書籍など)

1. 川田清和、Abdelfatteh EL Omri、礒田博子. 北アフリカ資源植物のデータベース化. 沙漠研究, 18, 189-192, 2009.
2. 中村 徹、礒田博子、Abderrazak Smaoui、川田清和. 北アフリカの森林帯概説～垂直分布と水平分布～. 沙漠研究, 18, 161-165, 2009.
3. Masaya Nagao, Plant derived stimulators of lipid accumulation in hepatic stellate cells. Proceedings of TJASSST2011, 2011.
4. Masaya Nagao, Yusaku Miyamae, Anna Ohtera, Tokio Hasagawa, Taiho Kambe, Seiji Masuda, Mohamed Neffati, Atsushi Kawachi, Kiyokazu Kawada, Junkyu Han, Hiroko Isoda, Naoki Mori, Akira Hirasawa, and Kazuhiro Irie. Natural ligands targeting PPAR γ and fatty acid receptors GPR40 and GPR120 for treatment of diabetes. Proceedings of the Tunisia- Japan Symposium Sustainable Society Through Advanced Agro Food and Quality. p15-18, 2012.
5. Shehzad T., K. Okuno, Breeding for abiotic stresses in sorghum. In Sorghum: Production, Growth Habits and Health Benefits (ed. PC Parra), Nova Science Publishers, p97-111, 2013.
6. 入江光輝, 柏木健一, 礒田博子. 筑波大学北アフリカ研究センターでの学際的研究の取り組み. 沙漠研究, 23, 3, 147-150, 2013.
7. Yusaku Miyamae, Tokio Hasegawa, Ryoma Abe, Kiyokazu Kawada, Atsushi Kawachi, Junkyu Han, Hiroko Isoda, Mohamed Neffati, Naoki Mori, Kazuhiro Irie, Seiji Masuda, Taiho Kambe and Masaya Nagao. Purification and Identification of PPAR γ agonists from Tunisian Plants. Book of Proceedings Tunisia-Japan Symposium on Society, Science & Technology (TJASSST 2013), Session VII: SATREPS, p1-3, 2013.
8. Anna Ohtera, Yusaku Miyamae, Naomi Nakai, Atsushi Kawachi, Kawata Kiyokazu, Junkyu Han, Hiroko Isoda, Mohamed Neffati, Kazuhiro Maejima, Toru Akita, Naoki Mori, Kazuhiro Irie, Taiho Kambe, Seiji Masuda and Masaya Nagao. Identification of 6-Octadecynoic acid from *Marrubium vulgare* L. as a PPAR γ agonist. Book of Proceedings Tunisia-Japan Symposium on Society, Science & Technology (TJASSST 2013), Session I, p90-93, 2013.
9. Shehzad T., K. Okuno, Diversity assessment of sorghum germplasm and its utilization in genetic analysis of quantitative traits. Australian Journal of Crop Science 8:937-944, 2014.
10. Masaya Nagao, Anna Ohtera, Yusaku Miyamae, Naomi Nakai, Atsushi Kawachi, Kiyokazu Kawada, Junkyu Han, Hiroko Isoda, Mohamed Neffati, Toru Akita, Kazuhiro Maejima, Seiji Masuda, Taiho Kambe, Naoki Mori, Kazuhiro Irie. Identification of 6-octadecynoic acid, a rare acetylenic fatty acid, from a methanol extract of *Marrubium vulgare* L. as a peroxisome proliferator-activated receptor γ agonist. Sustainable North African Society: Exploring the Seeds and Resources for Innovation, 2014.(in press)
11. 辻村真貴, 河内敦, Jamila Tarhouni ほか. Sustainable North African Society, Exploring the seeds and resource for innovation, Water resources in Tunisia. Nova publishers, 2014. (in

press)

12. 入江光輝. Sustainable North African Society, Exploring the seeds and resource for innovation, Issue of Surface Water Resource and Alternative Solutions. Nova publishers, 2014. (in press)

(4)国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演 (国内会議 8 件、国際会議 11 件)

1. Tsujimura M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences). An importance of interaction between groundwater and surface water in semi-arid regions under the climatic change. Regional G-WADI (UNESCO's Program on Water and Development Information for Arid Lands – a Global Network) Workshop on Climate Change Impacts on Water Resources Management in Arid and Semi-Arid regions, Tehran, Iran, June 20-23, 2011.
2. Tsujimura M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences). Where, When and How? - Rain-fed/ Irrigation - IAEA Science Forum 2011 "Water Matters: Making a Difference with Nuclear Techniques", Vienna, Austria, September 20-21, 2011.
3. Yukiko W. (University of Tsukuba, Faculty of Medicine). ARENA Bio-resources for clinical studies: roadmap for functional foods and drugs in North Africa. The 1st Morocco-Japan Symposium. Marrakesh, Morocco, March 15-16, 2012.
4. Tsujimura M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences). Importance of groundwater-surface water interaction in hydrological cycle and integrated water management in arid and semi-arid regions. International Symposium on Integral Approach Towards Water Resources Management for Sustainable Development, Zhangye City, China, August 13, 2012.
5. Tsujimura M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences). What kind of talent is necessary to solve environmental issues? -A challenge of Environmental Diplomatic Leader (EDL) Program in University of Tsukuba-. International Conference on "Challenges and Opportunities for Sustainability". Ulaanbaatar, Mongolia, October 4, 2012.
6. Irie M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA). Appropriate technologies for regional development, The 5th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium, Chiba, October 24-26, 2012.
7. Kiyokazu Kawada (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), Kohei Suzuki, Hideki Suganuma, Abderrazak Smaoui, Hiroko Isoda. Sustainable and ecological use of bio resource in North Africa. JSPS Asia Africa Science Platform Program Seminar, Ibaraki, Japan, February 27, 2013.
8. Tsujimura M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), Chekirbane, A., Kawachi, A., Tarhouni, J. and Isoda, H. Saline contamination and its mitigation in groundwater at a coastal watershed, north-east Tunisia. Japan Geoscience Union Meeting, Makuhari, Japan, May 19 – 24, 2013.
9. 奥野員敏 (ARENA)、ソルガム重要形質の遺伝解析、第 4 回ソルガムワークショップ、つくば、June 24, 2013.
10. Okuno K. (ARENA), T Shehzad, S Sakhi, T Fukuda. Association analysis of genomic regions underlying drought and salinity tolerance in sorghum. BIT's 3rd Annual World Congress of Agriculture-2013, Hangzhou, China, September 23-25, 2013.
11. 入江光輝(筑波大学生命環境系、ARENA). 筑波大学北アフリカ研究センターの取り組み、沙漠学会秋季シンポジウム「砂漠地域での学際的研究の発展について」、東京、2013 年 9 月 28 日.
12. Tsujimura M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences). Surface Water and Groundwater Cycle System Revealed by Stable Isotopes and Inorganic Solutions as Tracer in an Inland and a Coastal Watersheds,

- Northern Tunisia. The 12th Tunisian Japanese Symposium on Science, Society and Technology, Hamammet, Tunisia, November 15-19, 2013.
13. Yukiko W. (University of Tsukuba, Faculty of Medicine). Roadmap for Functional Foods and Drugs in North Africa. Tunisian - Japanese Seminar on Valorization of Natural Resources for Economic Development. Tunis, Tunisia, March 14, 2014.
 14. Okuno K. (ARENA). Crop germplasm diversity and enhancement for the climate change in Asian region. 日本作物学会第237回講演会ミニシンポジウム、千葉、March 30, 2014.
 15. 入江光輝(筑波大学生命環境系、ARENA). 北アフリカにおける学際的研究の展開-水資源・生物資源・文化資源-. 国際開発学会研究部会「工学と国際開発」、東京、2014年6月18日.
 16. Tsujimura M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences). Dynamics of radio cesium released by Fukushima Daiichi NPP accident in hydrological cycle of groundwater, surface water and spring water in the headwater catchments. IAEA/UNESCO Technical Meeting on Groundwater Contamination following the Fukushima Nuclear Accident, Vienna, Austria, September 8-10, 2014.
 17. Tsujimura M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences). The importance of groundwater and surface water interaction in hydrological cycle under climate change. 19th Congress of the Asia and Pacific Division of the International Association for Hydro-environment Engineering and Research, Hanoi, Vietnam, September 21-24, 2014.
 18. 磯田博子(University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA). 地中海食薬資源の機能性解析と有効利用. 日本農芸化学会2014年度中四国支部大会 第33回動物細胞工学シンポジウム、徳島、2014年9月26-27日.
 19. Irie M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA). Exploitation of sediment in reservoirs to building up the fluoride remover unit for drinking water, International conference on clean water governance in Africa. Water days for a better future, Tunis, Tunisia, November 4-6, 2014.

② 口頭発表 (国内会議 49 件、国際会議 54 件)

1. Shehzad T. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), H. Iwata, K. Okuno. QTL mapping for yield and yield contributing traits in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) by genomic-based SSR markers, 日本育種学会、京都、2010年3月27日.
2. Shehzad T. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), H. Iwata, K. Okuno. QTL mapping for yield and related traits in sorghum, 第1回ソルガムワークショップ、東京、2010年6月26日.
3. Souilem, S. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Neves, M. A., Kobayashi, I., Nakajima, M. Effect of polyphenols on oil-in-water emulsions. The 11th Annual Meeting, Japan Society for Food Engineering. Tokyo, Japan. August 5, 2010.
4. 川田清和(University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA)、鈴木康平、菅沼秀樹、Abderrazak Smaoui、磯田博子. チュニジア共和国シャンビ国立公園における植生保護が種組成に及ぼす影響. 植生学会、第15回大会、北海道、2010年9月11-13日.
5. El Mannai Y. (University of Tsukuba), JK Bhandari, T Shehzad, K Okuno. Mapping of QTL controlling flowering time in sorghum, 日本育種学会、秋田、2010年9月25日.
6. Han J. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA). Valorization of Bio-resources in Semi-Arid and Arid Land- Function analysis group

- of SATREPS project in Tunisia, DT10, Narita, Japan, May 25-17, 2011.
7. Kiyokazu Kawada (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Kohei Suzuki, Hideki Suganuma, Abderrazak Smaoui, Hiroko Isoda. Plant biodiversity in the semi-arid zone of Tunisia, ICAL1/ DT10, Narita, Japan, May 25-28, 2011.
 8. Atsushi KAWACHI (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Parida YAMADA, Mitsuteru IRIE, Hiroko ISODA. Characterization of humic substances in sediment on Joumine reservoir in Tunisia, ICAL1/DT10 Narita, Japan, May 25-28, 2011.
 9. Kashiwagi K. (University of Tsukuba, Faculty of Humanities and Social Sciences/ARENA), A. Kawachi, S. Sayadi and H. Isoda. Technical Efficiency of Olive Growing Farms in Tunisia and Potential Demand for Olive Oil in Japan, ICAL1/DT10, Narita, Japan, May 25-28, 2011.
 10. Kashiwagi, K. (University of Tsukuba, Faculty of Humanities and Social Sciences/ARENA), N. Mtimet, L. Zaibet, The Effects of Information and Country of Origin on Japanese Olive Oil Consumer Selection. XIIIth Congress of the European Association of Agricultural Economists: Change and Uncertainty, Zurich, Switzerland, August 30-September 2, 2011.
 11. Kiyokazu Kawada (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Hiroko Isoda. EFFECTIVE UTILIZATION OF THE WEB DATABASE FOR BIORESOURCE PROSPECTING. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
 12. Maki Iwasaki (University of Tsukuba, Faculty of Humanities and Social Sciences/ARENA), Maher Boukhris, Zouhaier Bouallagui, Mohamed Bouaziz, Farah Ben Salem, Saad Tlig, Riadh Ksouri, Sami Sayadi, Mohamed Neffati, Chedly Abdelly, Hiroko Isoda. TRADITIONAL USAGE OF MEDICINAL PLANTS AMONG THE VILLAGERS IN CONTEMPORARY TUNISIA. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
 13. Tadaharu Ishikawa (Tokyo Institute of Technology, Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering), Kakeru Takahira. CONSTRUCTION OF TIME-SERIES OF METEOROLOGICAL CONDITIONS FOR HYDRAULIC SIMULATION IN JOURMINE RESERVOIR, TUNISIA. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
 14. Marcos A. Neves (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Isao Kobayashi Mitsutoshi Nakajima. DEVELOPMENT OF FOOD PROCESSING TECHNOLOGY FOR THE PREPARATION OF MICRO-/NANO-DISPERSIONS CONTAINING LIPOPHILIC BIOACTIVE COMPOUNDS. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
 15. Ksouri R. (CBBC), Boulaaba M., Rabhi M., Smaoui A., Hiroko I., Abdelly C. Assessment of biological activities and phenolic contents of some Tunisian extremophile plants selected for SATREPS project. TJASSST 2011, Hammamet, Tunisia, Novembre 11-13, 2011.
 16. Najjaa H. (IRA), Villarial M.O., Kawada K., Han J., Neffati M., Isoda H. Antioxidant activity and melanogenesis inhibitory effect of *Cymbopogon schoenanthus*: a potential natural and function food flavor additive. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
 17. Masaya Nagao (Kyoto University, Graduate School of Biostudies). PLANT DERIVED STIMULATORS OF LIPID ACCUMULATION IN HEPATIC STELLATE CELLS. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, 11-13 November 2011.
 18. Ahmed Wali (ENIS), Moncef Khadhraoui, Mohamed Ksibi, Study on Heavy Metals Speciation, Accumulation and Distribution in an agriculture site Irrigated with Domestic Treated Wastewater within Elhajeb Vicinity. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, Novembre 11-13, 2011.
 19. J. Tarhouni (INAT), A. Zghibi, A.Kawachi. SALINIZATION STUDIES ON

- THE NORTHEASTERN COASTAL AQUIFER AND IMPACTS. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, Novembre 11-13, 2011.
20. Yukiko W. (University of Tsukuba, Faculty of Medicine). Critical Path Research Network in North Africa. TJASSST11, Hammamet, TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, Novembre 11-13, 2011.
 21. Shehzad T (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), K Okuno. Genetic mapping of quantitative trait loci (QTLs) that control allelopathic characteristics in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). 6th World Congress on Allelopathy, Guangzhou, China, December 15-19, 2011.
 22. Kiyokazu kawada (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Kohei Suzuki, Hideki Sukanuma, Abderrazak Smaoui, Hiroko Isoda. Protective effects of natural vegetation on the species composition in Chambi National Park in Tunisia. The 1st Morocco-Japan Symposium, Marrakesh, Morocco, March 15, 2012.
 23. Shehzad T (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), K Okuno. Genetic mapping of quantitative trait loci (QTLs) controlling allelopathic characteristics in sorghum. Breeding Research, Utsunomiya, Japan, March 29-30, 2012.
 24. Hmon Khaing PT (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), T Shehzad, K Okuno. QTLs underlying inflorescence architecture in sorghum detected by association analysis. Breeding Research, Utsunomiya, Japan, March 29-30, 2012.
 25. Souilem S. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Kobayashi I., Uemura K., Neves M. A., Sayadi S., Nakajima M. Formulation of O/W emulsions using oleuropein-containing systems. 平成 23 年度 つくば学生研究交流会, The Society of Chemical Engineers. AIST, Tsukuba. Proceedings, March 2, 2012.
 26. Kiyokazu kawada (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Kohei Suzuki, Hideki Sukanuma, Abderrazak Smaoui, Hiroko Isoda. Protective effects of natural vegetation on the species composition in Chambi National Park in Tunisia. The 1st Morocco-Japan Symposium, Marrakesh, Morocco, March 15, 2012.
 27. Hiroko Isoda (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Myra O. Villareal, Abdelfatteh El Omri, Kiyokazu Kawada, Junkyu Han. Use of molecular biology as a novel approach in the valorization of functional compound from North Africa medicinal and aromatic plants. The 1st Morocco-Japan Symposium, Marrakesh, Morocco, March 15, 2012.
 28. Souilem S (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Neves M. A., Kobayashi I., Sayadi S., Uemura K., Nakajima M. Preparation and characterization of oleuropein-loaded W/O/W emulsions. 77th Annual Meeting, The Society of Chemical Engineers, Tokyo, Japan, March 15-17, 2012.
 29. Junkyu Han (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), Hiroko Isoda. Utilization of molecular biology approach in the valorization of Tunisian medicinal and aromatic plants. Fourth international symposium on medicinal and aromatic plants-SIPAM 2012, Djerba, Tunisia, March 23, 2012.
 30. Hiroko Isoda (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA). Utilization of molecular biology approach in the valorization of Tunisian medicinal and aromatic plants. The 2nd Algeria-Japan Academic Symposium, Oran, Algeria, May 17, 2012.
 31. Chekirbane A. (Water Research of Technology Center), Tsujimura M, Kawachi A, Isoda H, Tarhouni, J, Yamada W, Takahashi M, Amri F. Mapping of groundwater salinization using Time Domain Electromagnetic induction in a small

- coastal semi-arid aquifer in CapBon, North-eastern of Tunisia. 22nd Salt Water Intrusion Meeting, Armacao dos Buzios, Brazil, June 17-22, 2012.
- 3 2. 福田武広 (筑波大学大学院生命環境科学研究科)、奥野員敏. アソシエーション解析によるソルガムの耐塩性 QTL のマッピング、第3回ソルガムワークショップ、九州沖縄農業研究センター、2012年6月28日.
 - 3 3. 成島リサ (筑波大学大学院生命環境科学研究科)、奥野員敏. ソルガムのコアコレクションにおける種子貯蔵タンパク質変異の探索、第3回ソルガムワークショップ、九州沖縄農業研究センター、2012年6月28日.
 - 3 4. Souilem, S. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Neves, M. A., Kobayashi, I., Sayadi, S., Nakajima, M. Stability and release properties of oleuropein-loaded W/O/W emulsions formulated using microchannel emulsification. The 13th Annual Meeting, Japan Society for Food Engineering. Hokkaido, Japan. August 10, 2012.
 - 3 5. Dammak, I. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Neves, M., Sayadi, S., Nakajima, M. Recovery and concentration of polyphenols from olive mill wastewater by integrated membrane system. Hokkaido University, Sapporo, Japan. August 10, 2012.
 - 3 6. Myra O. Villareal (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Junkyu Han, Kenjiro Ikuta, Hideyuki Shigemori, Hiroko Isoda. The role of MAPK and cAMP pathways in the melanogenesis and cell differentiation effects of hirsein A in B16 murine melanoma cells. ESPCR2012, Geneva, Switzerland, September 11, 2012.
 37. Hiroko Isoda (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Myra O. Villareal, Junkyu Han, Hideyuki Shigemori, Abdelfatteh El Omri. Hair growth promotion and melanogenesis regulatory effects of *Erica multiflora* extract. ESPCR2012, Geneva, Switzerland, September 11, 2012.
 38. Shehzad T (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), S. Shazia, T. Fukuda, K. Okuno. Association analysis of genomic regions controlling tolerance to abiotic stresses in a diverse sorghum germplasm. Genomic Research Working Group, 10 Conference –Plant stress and genomics-. Halle, Germany, September 18-20, 2012.
 39. Uddin Md.N (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), T. Shehzad, K. Okuno. Progeny test of flowering time QTLs in sorghum. 2nd International Conference on Food Studies, Illinois, USA, October 4-5, 2012.
 40. Yoko NAGUMO (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), Junkyu HAN, Hiroko ISODA. Extracting Various Functions from Food Ingredients: Case Study about Capsaicin. Tunisia-Japan 2012 Symposium: Sustainable Society through Advanced Food Science, Tunisia, Hammamet, November 16-17, 2012.
 41. Kenichi KASHIWAGI (University of Tsukuba, Faculty of Humanities and Social Sciences/ARENA), Mohamed KEFI, Mohamed KSIBI, Monem KALLEL, Atsushi KAWACHI Hiroko ISODA. Effect of Introduction of Irrigation on Productivity and Technical Efficiency of Olive Growing Farms in Tunisia: Stochastic Production Function Approach. Tunisia-Japan 2012 Symposium: Sustainable Society through Advanced Food Science, Hammamet, Tunisia, November 16-17, 2012.
 42. Taiho Kambe (Kyoto University, Graduate School of Biostudies), Seiji Masuda, Mohamed Neffati, Atsushi Kawachi, Kiyokazu Kawada, Junkyu Han, Hiroko Isoda, Naoki Mori, Akira Hirasawa, Kazuhiro Irie. Natural ligands targeting PPAR γ and fatty acid receptors GPR40 and GPR120 for treatment of diabetes. Tunisia-Japan 2012 Symposium: Sustainable Society through Advanced Food Science, Hammamet, Tunisia, November 16-17, 2012.
 43. Myra Villareal (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Junkyu Han, Hiroko Isoda. DNA microarray in research on the

- potential of mediterranean plants for melanogenesis regulation. Tunisia-Japan 2012 Symposium: Sustainable Society through Advanced Food Science, Hammamet, Tunisia, November 16-17, 2012.
44. Abdelfatteh El Omri (RIBM), Yukihiro Sugiyama, Junkyu Han, Hiroko Isoda, Takao Okada. Design and development of fully automated high throughput screening workstation for mammalian cell – Based Bioassays. Tunisia-Japan 2012 Symposium: Sustainable Society through Advanced Food Science, Hammamet, Tunisia, November 16-17, 2012.
 45. Shinji Kondo (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences/ARENA), Junkyu Han, Hiroko Isoda. Evaluation of antidepressant-like effect of *Rosmarinus officinalis*. Tunisia-Japan 2012 Symposium: Sustainable Society through Advanced Food Science, Hammamet, Tunisia, November 16-17, 2012.
 46. Hiroko Isoda (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Hideko Motojima, Delphine Margout, Marcos Neves, Junkyu Han, Mitsutoshi Nakajima, Michel Larroque. Microarray analysis of type I allergy in RBL-2H3 cells in response to Picholine olive oil-in-water emulsions. Tunisia-Japan 2012 Symposium: Sustainable Society through Advanced Food Science, Hammamet, Tunisia, November 16-17, 2012.
 47. Konomi Murakami (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Hideko Motojima, Junkyu Han, Atsushi Kawachi, Mohamed Neffati, Hiroko Isoda. Anti-allergic effect of mediterranean plants on RBL-2H3 cells. Tunisia-Japan 2012 Symposium: Sustainable Society through Advanced Food Science, Hammamet, Tunisia, November 16-17, 2012.
 48. Ayumi Ikeya (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Mahmoud Ben Othman, Junkyu Han, Mohamed Neffati, Hiroko Isoda. Effect of mediterranean aromatic plants essential oils on neuronal differentiation. Tunisia-Japan 2012 Symposium: Sustainable Society through Advanced Food Science, Hammamet, Tunisia, November 16-17, 2012.
 49. Rika Iwamoto (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Myra O. Villareal, Kiyokazu Kawada, Abderrazak Smoui, Mohamed Neffati, Junkyu Han, Hiroko Isoda. Anti-melanoma effect of *Thymelaea hirsuta* extract using in vivo model. Tunisia-Japan 2012 Symposium: Sustainable Society through Advanced Food Science, Hammamet, Tunisia, November 16-17, 2012.
 50. Hui-chia Chao (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Hanen Najjaa, Myra O. Villareal, Riadh Ksouri, Junkyu Han, Mohamed Neffati, Hiroko Isoda. Screening of Mediterranean aroma plants for melanogenesis inhibitor using B16 murine melanoma cells. Tunisia-Japan 2012 Symposium: Sustainable Society through Advanced Food Science, Hammamet, Tunisia, November 16-17, 2012.
 51. Nobutoshi Wakamoto (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Ayumi Ikeya, Mahmoud ben Othman, Junkyu Han, Mohamed Neffati, Hiroko Isoda. Inhibitory effect on acetylcholinesterase activity of PC12 cells by *Cymbopogon schoenanthus* essential oils. Tunisia-Japan 2012 Symposium: Sustainable Society through Advanced Food Science, Hammamet, Tunisia, November 16-17, 2012.
 52. Masaya Nagao (Kyoto University, Graduate School of Biostudies). Natural ligands derived from plant extracts targeting PPAR γ and fatty acid receptors GPR40 and GPR120 for treatment of diabetes. Tunisia-Japan 2012 Symposium: Sustainable Society through Advanced Food Science, Hammamet, Tunisia, November 16-17, 2012.
 53. Feten Zar Kalai (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Tetsuya Inaguma, Ayumi Ikeya, Riadh Ksouri, Abderrazak

- Smaoui, Junkyu Han, Chedly Abdelly, Hiroko Isoda. In vitro and in vivo studies of the anti-obesity and anti-diabetic activities of a Tunisian edible halophyte: *Nitraria retusa* forssk. JAACT2012, Nagoya, Japan, November 28, 2012.
54. Imen Samet (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Junkyu Han, Sami Sayadi, Hiroko Isoda. Differentiation induction of chronic myeloid leukemia K562 cells by olive leaf extract of a Tunisian variety. JAACT2012, Nagoya, Japan, November 28, 2012.
 55. Mohamed Bradai (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Junkyu Han, Sami Sayadi, Naoyuki Funamizu, Hiroko Isoda. Linear alkylbenzene sulfonate cytotoxicity: proteomic approach using caco-2 cells model for effect investigation and biomarkers identification. JAACT2012, Nagoya, Japan, November 28, 2012.
 56. Mahmoud Ben Othman (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Junkyu Han, Mohamed Neffati, Hiroko Isoda. In vitro antioxidant activity and in vivo anti-stress effects of Tunisian *Cymbopogon schoenanthus* extract. JAACT2012, Nagoya, Japan, November 28, 2012.
 57. Kazunori Sasaki (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Junkyu Han, Hiroko Isoda. Effects of caffeoylquinic acid on spatial learning and memory through the activation of neurotransmitters synthesis and mitochondrial functionality. JAACT2012, Nagoya, Japan, November 28, 2012.
 58. Hideko Motojima (ARENA), Myra O. Villareal, Junkyu Han, Hiroko Isoda. Inhibitory effect of hydroxytyrosol on type I allergy reaction in RBL-2H3 cells. JAACT2012, Nagoya, Japan, November 28, 2012.
 59. Junkyu Han (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Tetsuya Inaguma, Hiroko Isoda. Anti-obesity effects of black soybean extract and cyanidin-3-glucoside on 3T3-L1 cells and db/db mice. JAACT2012, Nagoya, Japan, November 28, 2012.
 60. Souilem, S. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Neves M. A., Kobayashi I., Sayadi S., Nakajima M. Encapsulation of oleuropein in food grade W/O/W emulsions using microchannel emulsification. 平成 24 年度つくば学生研究交流会, 筑波大学, 2013 年 3 月 12 日.
 61. Dammak I. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Neves M. A., Nabetani H., Sayadi S., Nakajima M. Valorization of olive mill water by membrane processing. 平成 24 年度つくば学生研究交流会, 筑波大学, 2013 年 3 月 12 日.
 62. 大寺杏奈 (京都大学大学院生命科学研究科)、宮前友策、仲井奈緒美、荒川武明、平澤明、河内敦、河田清和、Han Junkyu、磯田博子、Mohamed Neffati、前嶋一宏、秋田徹、森直樹、入江一浩、神戸大朋、増田誠司、永尾雅哉. ニガハッカ(*Marrubium vulgare* L.)からの PPAR γ アゴニスト活性物質の探索, 日本農芸化学会 2013 年度大会, 仙台, 2013 年 3 月 24 日-28 日.
 63. Shehzad T (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), S. Sakhi, T. Fukuda, K. Okuno. Application of linkage disequilibrium and association analysis for the enhancement of abiotic stress tolerance in sorghum. Japanese Society of Breeding, Tokyo, Japan, March 26-28, 2013.
 64. Irie M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Tafu M., Manaka A., Furuyama Sh., Fuji M., Kawakami T., Tarhouni J., Ghrabi A. Tackle the two important issues of water resource in arid land at once, CB-WR-MED Conference/ 2nd AOP'Tunisia Conference for Sustainable Water Management, Tunis, Tunisia, April 24-27, 2013.
 65. 河内敦 (筑波大学生命環境系・ARENA)・川田清和・北原卓・Zouhaier Bouallagui・Ahmed Wali・Mohamed Ksibi・Sami Sayadi・磯田博子. 産地および品種が異なるオリーブ葉抽出液によるヒト乳がん細胞抑制効果の比較. 日本沙漠学

- 会 第 24 回大会、広島、2013 年 5 月 25-26 日.
66. Shehzad T. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), K. Okuno. Pedigree linkage disequilibrium mapping of QTLs for allelopathic characteristics in sorghum, 第 4 回ソルガムワークショップ、つくば、2013 年 6 月 24 日.
 67. Bhandari J.K. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), T. Shehzad, K. Okuno. Morphological and anatomical response to sorghum to flooding, 第 4 回ソルガムワークショップ、つくば、2013 年 6 月 24 日.
 68. Hmon K.P.W. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), T. Shehzad, K. Okuno. Genetic analysis of inflorescence architecture and yield components in sorghum germplasm from Asia and Africa, 第 4 回ソルガムワークショップ、つくば、2013 年 6 月 24 日.
 69. Furukawa M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), Tsujimura M., Kawachi A., Tarhouni J., Isoda H., Chekirbane A., Yamada W., Takahashi M. Groundwater Flow System Revealed by Stable Isotopes and Solute Constituents Tracers in Semi-Arid Region, Northern Tunisia. Joint Assembly of IAHS, IAPSO and IASPEI, Gothenburg, Sweden, July 22-26, 2013.
 70. Ilyes Dammak (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Marcos A. Neves, Hiroshi Nabetani, Sami Sayadi, Mitsutoshi Nakajima. Integrated strategic approach for the isolation of polyphenols from olive mill water. 日本食品工学会 第14回年次大会, 京都, 2013年8月10日.
 71. Souilem Safa (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Treeswan Witcha, Neves Marcos A., Sayadi Sami, Kobayashi Isao Nakajima Mitsutoshi. Simulation of oil-water-oleuropein systems using molecular dynamics. 日本食品工学会 第 14 回年次大会, 京都, 2013 年 8 月 10 日.
 72. 高比良翔(東京工業大学大学院), 王明陽, 中村恭士, 石川忠晴, 入江光輝. Numerical simulation on seasonal stratified flow and sediment transport in Joumine Reservoir, Tunisia. 35th IAHR World Congress, Chengdu, China, September 8-13, 2013.
 73. Irie M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA). Tackle the two important water issues by the exploitation of sediment –Case Study in Tunisia–, 南アフリカ水資源ワークショップ, Pretoria, South Africa, September 18-20, 2013.
 74. Isoda H. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA). Anti-depressant effect of Tunisian *Rosmarinus officinalis* polyphenols. Global Science Week 2013, Tsukuba, Japan, October 2-4, 2013.
 75. 飯田顕久(筑波大学大学院生命環境科学研究科)、南雲陽子(筑波大学生命環境系)、臼井健郎、Amyloid β の神経細胞毒性を緩和する化合物の探索、化学生物学研究会、東京、2013年10月17日.
 76. Yusaku Miyamae (Kyoto University, Graduate School of Biostudies), Tokio Hasegawa, Ryoma Abe, Kawada Kiyokazu, Atsushi Kawachi, Junkyu Han, Hiroko Isoda, Mohamed Neffati, Naoki Mori, Kazuhiro Irie, Seiji Masuda, Taiho Kambe, Masaya Nagao. Purification and Identification of PPAR γ agonists from Tunisian Plants. TJASSST2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
 77. Han J. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Feten Zar Kalai, Imen Samet, Mahmoud Ben Othman, H. Isoda. Valorization of Bio-resources in Semi-Arid and Arid Land-Olives, Halophytes and aromatic plants. TJASSST2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
 78. Villareal M.O. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Han, J., H. Isoda. Argan oil inhibits melanin biosynthesis in B16

- murine melanoma cells by activating MITF in B16 murine melanoma cells. TJASSST2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
79. Kawachi A. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA). Oxygen-18 and deuterium in river waters, Medjerda River Basin, Tunisia. TJASSST2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
 80. Tsujimura M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences). Surface Water and Groundwater Cycle System Revealed by Stable Isotopes and Inorganic Solutions as Tracer in an Inland and a Coastal Watersheds, Northern Tunisia. TJASSST2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
 81. Irie M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA). Interpolation method for bathymetric survey data of reservoir that has sedimentation. TJASSST2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
 82. Kitagawa T. W. (ARENA), K. Kashiwagi, H. Isoda. Symbolism of Olive in North Africa. TJASSST2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
 83. Shehzad T. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), K. Okuno. Breeding for abiotic stress tolerance in crops: Case studies and prospects of association genetics in drought and salt stress tolerant sorghum. TJASSST2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
 84. Yukiko W. (University of Tsukuba, Faculty of Medicine). Study protocol on effectiveness of functional foods based on Tunisian aromatic and medicinal plants. TJASSST2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
 85. Sbei H (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), T Shehzad, S Hamza, H Moncef, K Okuno, Salinity tolerance evaluation of Asian barley accessions (*Hordeum vulgare* L.) at early vegetative stage. Desert Technology 11 International Conference, San Antonio, USA, November 20, 2013.
 86. Kashiwagi, K. (University of Tsukuba, Faculty of Humanities and Social Sciences/ARENA), H. Kamiyama and M. Nakajima. Assessment of Potential Value of Olive Oil and Polyphenol Recovery from Olive Mill Water in Tunisia, SATREPS Seminar on Tunisian and Japanese seminar on Valorization of Natural Resources for Economic Development, Tunisia, March 14, 2014.
 87. Nejla T (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), T Shehzad, Harrabi M, K Okuno (2014) Detection of QTLs associated with salinity tolerance in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var durum) based on association analysis. 日本育種学会 第 125 回講演会 2014 年春季大会、仙台、2014 年 3 月 21-22 日.
 88. Sbei H (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), K Sato, T Shehzad, M Harrabi, K Okuno, Association mapping for salinity tolerance in barley. 日本育種学会、第 125 回講演会 2014 年春季大会、仙台、2014 年 3 月 21-22 日.
 89. 佐藤奈美子(秋田県立大学生物資源科学部)、坪井香奈、シェザドタリク、奥野員敏、米田淳一、林辰星、堤伸浩、浦口晋平、藤原徹、伊藤祐介、徳永毅、伊藤正志、服部浩之、永澤信洋、伊藤るみ子、浅利圭子、高橋秀和、櫻井健二、渡辺明夫、赤木宏守. 土耕栽培下でのソルガム在来種地上部におけるカドミウム蓄積様式の変異、日本育種学会 第 125 回講演会 2014 年春季大会、仙台、2014 年 3 月 21-22 日.
 90. 池谷亜有美(筑波大学大学院生命環境科学研究科), Han Junkyu, NEFFATI Mohamed, 磯田博子. ローズマリー(*Rosmarinus officinalis*)精油成分の神経分化促進作用による抗ストレス作用. 日本農芸化学会 2014 年度大会、東京、2014 年 3 月 28-30 日.
 91. Villareal M.O. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Han J., Shigemori H., H. Isoda. Regulatory effect of terpene compounds on melanogenesis signal transduction pathways in B16 murine melanoma cells. 日本農芸化学会 2014 年度大会、東京、2014 年 3 月 28-30 日.

92. Safa SOULEM (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Isao KOBAYASHI, Marcos. A NEVES, Sami SAYADI, Mitsutoshi NAKAJIMA, Formulation and characterization of triglycerides O/W emulsions stabilized by oleuropein using microchannel emulsification. 日本農芸化学会 2014 年度大会、東京、2014 年 3 月 28-30 日.
93. Ilyes Dammak (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Marcos Neves, Hiroshi Nabetani, Sami Sayadi, Mitsutoshi Nakajima. Multiple case study analysis of Solid-Liquid equilibrium of organic molecules in Ethanol/Water system. 日本農芸化学会 2014 年度大会、東京、2014 年 3 月 28-30 日.
94. Sakura Maezono (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), Myra O Villareal, Junkyu Han, Hiroko Isoda. In vitro Suppressive Effect of Caffeic acid and Caffeic Acid Phenethyl Ester on Oxidative Stress in B16 Mouse Melanoma and Human Epidermal Melanocytes. The XXVIIth International Conference on Polyphenols & The 8th Tannin Conference, Nagoya, Japan, September 2-6, 2014.
95. Myra O. Villareal (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Hiroko Isoda: Diterpenoid Hirsein-A Activate Nuclear P38 Through GADD45b Upregulation: Possible Route For Induction Of Melanoma Cell Senescence. XXII International Pigment Cell Conference (IPCC2014). Shangri-La Hotel, Singapore, September 4-7, 2014.
96. Nakajima, M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Integrated membrane system for polyphenols recovery from olive mill water. Second International Conference on Arid Land Studies (ICAL2), Samarkand, Uzbekistan, 10-14 September, 2014.
97. Shehzad T (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), 奥野員敏、ソルガムのアレロパシー能関連 QTL のマッピング、第 5 回ソルガムワークショップ、東京、2014 年 9 月 22 日.
98. 内田千智(筑波大学大学院生命環境科学研究科)、河内敦ほか. チュニジア北東部沿岸域の貯水ダム下流域の水質特性とその要因について. 日本地下水学会 2014 年秋期講演会、熊本、2014 年 11 月 6-8 日.
99. Hiroko Isoda (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA). Roles of Anti-Oxidant Molecules as Functional Food Factor. The 27th Annual Meeting of Japanese Association for Animal Cell Technology JAACT2014 Kitakyushu wide-spread cell engineering world, Kitakyushu, Japan, November 11-14, 2014.
100. Myra O. Villareal (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA)., Sakura Maezono, Mai Maeda, Mohamed Neffati, Hiroko Isoda. Oxidative stress-targeted anti-melanoma effects of Cymbopogon schoenanthus. The 27th Annual Meeting of Japanese Association for Animal Cell Technology JAACT2014 Kitakyushu wide-spread cell engineering world, Kitakyushu, Japan, November 11-14, 2014.
101. Ayumi Ikaya (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Myra O. Villareal, Mohamed Neffati, Hiroko Isoda. Essential oil of Mediterranean Rosmarinus officinalis shows anti-stress effects by inducing neuronal differentiation"by inducing neuronal differentiation. The 27th Annual Meeting of Japanese Association for Animal Cell Technology JAACT2014 Kitakyushu wide-spread cell engineering world, Kitakyushu, Japan, November 11-14, 2014.
102. Shinji Kondo (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Junkyu Han, Hiroko Isoda. Antidepressant- like effects of rosmarinic acid through MKP-1 modulation. The 27th Annual Meeting of Japanese

Association for Animal Cell Technology JAACT2014 Kitakyushu wide-spread cell engineering world, Kitakyushu, Japan, November 11-14, 2014.

103. YuQing Chen (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Imen Samet, Myra O. Villareal, Hiroko Isoda. Cell differentiation-induction effects of luteolin on K562 cells. The 27th Annual Meeting of Japanese Association for Animal Cell Technology JAACT2014 Kitakyushu wide-spread cell engineering world, Kitakyushu, Japan, November 11-14, 2014.

③ ポスター発表 (国内会議 34 件、国際会議 52 件)

1. A. El Omri (RIBM), J. Han, M. Ben Abdabbah, H. Isoda. Proteomics study of the induced-neuronal effect of rosmarinus polyphenols on PC12 cells. JAACT2010, Hokkaido, Japan, September 1-4, 2010.
2. H. Motojima (ARENA), M. O. Villareal, P. Yamada, J. Han and H. Isoda, Inhibitory effect of fulvic acid extracted from solubilized excess sludge on immediate-type allergy by KU812 cells. JAACT2010, Hokkaido, Japan, September 1-4, 2010.
3. S. Tsolmon (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), J. Han and H. Isoda, Apigenin-glucoside induces erythroid differentiation of chronic leukemia K562 cell line. JAACT2010, Hokkaido, Japan, September 1-4, 2010.
4. F. Ben Fredj (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), M. Irie, J. Han, A. Charef, A. Ghrabi, H. Isoda. Biomarkers of pollution in soil irrigated with wastewater in Tunisia. Third International Conference on Environmental Toxicology, Limassol, Cyprus, May 6, 2010.
5. 川田清和 (筑波大学生命環境系・ARENA)、鈴木康平、菅沼秀樹、Abderrazak Smaoui、磯田博子. チュニジアの草原地帯に生育する資源植物の分布. 日本沙漠学会 第 21 回学術大会、東京、2010 年 5 月 30 日.
6. 霜田洋一 (筑波大学大学院生命環境科学研究科)、韓 峻奎、川田清和、Abdelfatteh El Omri、施芳、磯田博子、北アフリカ植物資源由来 ATP 産生促進成分の探索、日本沙漠学会 第 21 回学術大会、東京、2010 年 5 月 30 日.
7. Villareal M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Han J., Ikuta K., Isoda H. Daphnane diterpene hirsein B downregulates melanogenesis in B16 murine melanoma cells by cAMP pathway inhibition, ESACT, Vienna, Austria, May 15-18, 2011.
8. Tetsuya I. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Junkyu H., Hiroko I. Cyanidin 3-glucoside, anthocyanin from black beans protects insulin resistance on 3T3-L1 adipocytes by inhibiting TNF- α release, ESACT, Vienna, Austria, May 15-18, 2011.
9. Fahmi Ben FREDJ (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Mitsuteru IRIE, Junkyu HAN, Atef LIMAM, Ahmed GHRABI and Hiroko ISODA. Sensitivity of in vitro bioassays towards several water origins in Tunisian arid and semi-arid area, ICAL1/DT10, Narita, Japan, May 25-17, 2011.
10. Mohamed BRADAI (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Sami SAYADI and Hiroko ISODA. Optimization of physicochemical pretreatment combined with biological treatment for a highly loaded wastewater with anionic surfactants, using Response Surface Methodology (RSM), ICAL1/DT10, Narita, Japan, May 25-17, 2011.
11. 辻村真貴 (筑波大学生命環境系)、Anis Chekirbane, 高橋瑞穂, 河内敦, 山田航, 入江光輝, 磯田博子, J. Tarhouni. チュニジア東部沿岸地域における地下水と地表水の交流プロセス. 日本地球惑星科学連合 2011 年大会, 東京, 2011 年 5 月 22-27 日.
12. 山田航 (筑波大学大学院生命環境科学研究科)、辻村真貴, 河内敦, Anis Chekirbane, 高橋瑞穂, 入江光輝, 磯田博子, J. Tarhouni. Tunisia, Sbiba地域に

おける地表水と地下水の交流関係. 日本地球惑星科学連合2011年大会, 東京, 2011年5月22-27日.

- 1 3. 霜田洋一 (筑波大学大学院生命環境科学研究科)、中曽根理絵、韓峻奎、川田清和、繁森英幸、Abderrazak Smaoui、磯田博子. 地中海薬用植物由来抗老化活性成分の探索. JAACT2011、東京、2011年7月22-23日.
- 1 4. 池谷亜有美 (筑波大学大学院生命環境科学研究科)、近藤真司、韓峻奎、Mohamed NEFFATI、磯田博子. 地中海産アロマ植物エッセンシャルオイルのラット褐色腫細胞における神経分化誘導活性の探索. JAACT2011、東京、2011年7月22-23日.
- 1 5. Neves M. A. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Dejmek P., Kobayashi I., Nakajima M. Hydrophobically modified starch: morphological characterization and evaluation of its emulsifying properties in O/W emulsions. The 12th Annual Meeting, Japan Society for Food Engineering, Kyoto, Japan, August 6, 2011.
- 1 6. 中崎瑛里 (筑波大学大学院生命環境科学研究科)、韓峻奎、磯田博子. Apigenin 7-glucoside による白血病細胞分化誘導メカニズムの解析. 第 84 回日本生化学会大会、京都、2011 年 9 月 21-24 日.
- 1 7. Shinji Kondo (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Abdelfatteh EL Omri, Junkyu Han, Kiyokazu Kawada, Atsushi Kawachi, Mohamed Neffati, Hiroko Isoda. Neuroprotective effects of polyphenols from Rosmarinus officinalis on in vitro and in vivo. ICPH2011, Spain, October 17-20, 2011.
- 1 8. Ben Salem Farah (IRA), Tarhouni Mohamed, Ouled Belgacem Azaiez, Neffati Mohamed. Effect of drought and long-term restoration on plant diversity in Matmata Mountains, Tunisian arid area. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 1 9. Ben Arfa Abdelkarim (IRA), Tlig Abdelmajid, Neffati Mohamed. Reproductive vigor of some wild accessions of *Allium ampeloprasum* (Amaryllidaceae) in Tunisia. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, 11-13 November 2011.
- 2 0. Ksouri Riadh (CBBC), Trabelsi Najla, Megdiche-Ksouri Wided, Abderrazek Smaoui, Chedly Abdelly. VARIABILITY OF ANTIOXIDANT CAPACITIES OF THE HALOPHYTE *Limoniastrum guyonianum* AS FUNCTION OF ORGAN AND SOLVENT FRACTIONATION. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 2 1. Mhamdi Baya (CBBC), Saada Meriem, Abderrazek Smaoui, Abdelly Chedly. ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF LEAF AND FLOWER *Ononis natrix* EXTRACTS. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 2 2. Chaouachi Feten (CBBC), Megdiche-Ksouri Wided, Zouali Yosr, Zar Kalai Feten, Smaoui Abderrazek Abdelly Chedly, Ksouri Riadh. CHEMICAL COMPOSITION OF FATTY ACIDS IN TWO EXTREMOPHILE SPECIES *Thymelaea microphylla* AND *Rhanterium suaveolens* IN SOUTHERN TUNISIA. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 2 3. Ines Jallali (CBBC), Riadh Ksouri, Megdiche-Ksouri Wided, Abderrazek Smaoui, Chedly Abdelly. CHANGES OF THE ANTIOXIDANT CAPACITIES OF THE HALOPHYTE *Crithmum maritimum* EXTRACTS AND ESSENTIAL OILS WITHIN PROVENANCES AND ORGANS. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 2 4. Saada Mariem (CBBC), Megdiche-Ksouri Wided, Oueslati Manel, Abdelly Chedly, Ksouri Riadh. ANTIOXIDANT ACTIVITIES AND PHENOLIC CONTENT OF THE HALOPHYTE *Juncus maritimus*. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.

- 2 5. Oueslati Samia (CBBC), Jallali Ines, Boulaaba Mondher, Falleh Hanen, Ksouri Riadh, Chedly Abdelly, Legault Jean. PHENOLIC CONTENT, ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES OF THE HALOPHYTE *Suaeda mollis* EXTRACTS. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 2 6. Feten Zar Kalai (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Hiroko Isoda, Chedly Abdelly, Riadh Ksouri. STUDY ON PHENOLIC COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF MEDICINAL HALOPHYTE "*Limonium densiflorum*" USING MACERATION AND FRACTIONATION. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 2 7. Olfa HENTATI (IOSBS), Sana CHAKER, Sirine BOUGUERRA, Amina CHAKCHOUK, Tarek AYOUB, Mohamed KSIBI: Effects of wastewater irrigation on the soil quality and living organisms in the El Hajeb-Sfax areas. TJASSST 2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 2 8. Slim MTIBAA (ENIS), Olfa HENTATI, Mitsuteru IRIE, Mohamed KSIBI. Metal uptake by *Bromus ramosus* in soil amended by sediment from water storage reservoir: Implications for remediation. TJASSST 2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 2 9. Zouhaier Bouallagui (CBS), Mohamed Bouaziz, Junkyu Han, Hiroko Isoda, Sami Sayadi. HYDROXYTYROSOL FROM OLIVE LEAVES: RECOVERY, ACYLATION AND ACTIVITIES. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 3 0. Eri Nakazaki (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Junkyu Han, Hiroko Isoda. ROLE OF *Chk1* AND *Chk2* ON APIGENIN 7-GLUCOSIDE-INDUCED DIFFERENTIATION IN HUMAN LEUKEMIA HL-60 CELLS. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 3 1. Mohamed Bouaziz (CBS), Ghayth Rigane, Sami Sayadi. PHENOLIC COMPOSITION, ISOLATION AND STRUCTURE OF A NEW DEOXYLOGANIC ACID DERIVATIVE FROM TUNISIAN OLIVE CULTIVARS. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 3 2. Takashi Kitahara (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Hideko Motojima, Junkyu Han and Hiroko Isoda. ANTI-ALLERGY AND ANTI-OXIDANT EFFECTS OF OLIVE COMPONENTS HYDROXYTYROSOL AND APIGENIN. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 3 3. Tadaharu Ishikawa (Tokyo Institute of Technology, Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering), Kakeru Takahira. NUMERICAL SIMULATION OF THERMAL STRATIFICATION IN JOURMINE RESERVOIR, TUNISIA BY A VERTICAL 2-D MODEL. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, 11-13 November 2011.
- 3 4. Mahmoud Ben Othman (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Hanen Najjaa, Naziha Ayeb, Hiroko Isoda, Mohamed Neffati. CHEMICAL CHARACTERISTICS AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF *Herniaria fontanesii* J. GAY FROM TUNISIA. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 3 5. Najla Turki (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Tariq Shehzad, Moncef Harrabi, Kazutoshi Okuno. EVALUATION OF RESPONSE TO SALT STRESS AT SEEDLING AND MATURITY STAGES AMONG DURUM WHEAT VARIETIES. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 3 6. Safa Souilem (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Marcos A. Neves, Isao Kobayashi, Slah Mejri, Mitsutoshi Nakajima. SURFACE ACTIVITY OF OLEUROPEIN IN O/W EMULSION SYSTEMS. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.

- 3 7. Ilyes Dammak (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Sonia Khoufi, Sami Sayadi. EXTRACELLULAR *B*-GLUCOSIDASE PRODUCTION BY *Aspergillus niger* ATCC 16404: OPTIMIZATION USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 3 8. Mohamed BRADAI (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Hiroko Isoda. STUDY OF THE LINEAR ALKYL BENZENE SULFONATE RELATED WATER CONTAMINATION AND THE PROPOSAL OF A NEW METHOD FOR ITS RISK ASSESSMENT, RELIABLE FOR A MORE SAFE WATER REUSE. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 3 9. Maki Iwasaki (University of Tsukuba, Faculty of Humanities and Social Sciences/ARENA). Traditional usage of medicinal plants among the villagers in contemporary Tunisia. TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 4 0. Turki N. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), T. Shehzad, H. Moncef, K. Okuno. Evaluation of response to salt stress at seedling and maturity stages among durum wheat varieties, TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 4 1. Nsiri Ins.(INAT), Irie M. et al. Interpolation of depth data measured continuously by sounding sonar and estimation of sedimentation in reservoirs, TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 4 2. Bouguerra Sana (INAT), Irie M. et al. Economical potential of exploitation of reservoir sediment to the production of construction brick, TJASSST2011, Hammamet, Tunisia, November 11-13, 2011.
- 4 3. Myra O. Villareal (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Hui-chia Chao, Junkyu Han, Hideyuki Shigemori, Hiroko Isoda. Melanogenesis Regulation Effects of Terpene Compounds in Mediterranean Plant Extracts. TEAC2011, つくば, 2011 年 11 月 19 - 21 日.
- 4 4. 池谷亜有美 (筑波大学大学院生命環境科学研究科)、韓峻奎、Mohamed Neffati、磯田博子. ラット神経細胞モデルを用いた地中海産アロマ植物由来精油の神経成長因子様効果の探索. TEAC2011, つくば, 2011 年 11 月 19 日 - 21 日.
- 4 5. Mohamed BRADAI (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Fahmi BEN FREDJ, Junkyu HAN, Sami SAYADI, Hiroko ISODA. Study of the effects of linear alkylbenzene sulfonate (LAS) on Caco-2 cells and identification of its appropriate biomarkers for a new approach for water risk assessment. ICoFF2011, Taipei, Taiwan, November 20-23, 2011.
- 4 6. Huichia Chao (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Hanen Najjaa, Myra O.Villareal, Junkyu Han, Mohamed Neffati, Hiroko Isoda. Molecular Mechanism of Melanogenesis Regulation by Mediterranean Aromatic Plants in B16 Melanoma Cells. ICoFF2011, Taipei, Taiwan, November 20-23, 2011.
- 4 7. 近藤真司 (筑波大学大学院生命環境科学研究科)、A. E. Omri、韓峻奎、川田清和、河内敦、Mohamed Neffati、磯田博子. Rosmarinus officinalis のエタノール抽出液及びその成分によるストレス性神経障害の抑制効果. 第 9 回日本機能性食品医学会, 大阪, 平成 2011 年 12 月 10 - 11 日.
48. 翁長彰子 (筑波大学北アフリカ研究センター)、韓峻奎、磯田博子. Apigenin によるヒト白血病細胞 K562 の赤血球分化誘導作用の解析. 日本農芸化学会 2012 年度大会, 京都, 2012 年 3 月 22-26 日.
49. Souilem, S. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Neves, M. A., Kobayashi, I., Sayadi, S., Nakajima, M. Quantitative characterization of oleuropein adsorption at soybean oil-water interface. The 13th Annual Meeting, Japan Society for Food Engineering. Hokkaido, Japan, August 9,

- 2012.
50. Uddin N.M. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), T. Shehzad, K. Okuno. Progeny test of flowering time QTLs in sorghum, 2nd International Conference on Food Studies, Urbana-Champaign, USA, October 4-6, 2012.
 51. Dammak, I. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Neves, M., Nabetani, H., Sayadi, S., Nakajima, M., Integrated Membrane Process for Recovery of Polyphenols from Olive Mill Water. Tunisia - Japan Symposium 2012. Hammamet, Tunisia, November 17, 2012.
 52. Souilem, S. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Neves, M. A., Kobayashi, I., Sayadi, S., Nakajima, M., Encapsulation Characteristics of Oleuropein in W/O/W Emulsion Systems Using Microchannel Emulsification. Tunisia - Japan Symposium 2012. Hammamet, Tunisia, November 17, 2012.
 53. Myra O. Villareal (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Sayuri Kume, Fatima Zahra Bakhtaoui, Junkyu Han, Chemseddoha Gadhi, Hiroko Isoda. Inhibition of melanin biosynthesis in B16 murine melanoma cells by Argan oil. JAACT2012, Nagoya, Japan, November 28, 2012.
 54. Yurika Azama (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Junkyu Han, Atsushi Kawachi, Sami Sayadi, Hiroko Isoda. Tunisian olive leaves component induces megakaryocytic differentiation of human leukemia cells K562. JAACT2012, Nagoya, Japan, November 28, 2012.
 55. Yoshitaka Genma (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Junkyu Han, Masaki Kita, Mohammad Yaseen Dar, Hideko Kigoshi, Hiroko Isoda. Adipogenesis inhibitory effects of Retama raetam on 3T3-L1 adipocytes. JAACT2012, Nagoya, Japan, November 28, 2012.
 56. Souilem, S. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Neves, M. A., Kobayashi, I., Sayadi, S., Nakajima, M. Preparation Characteristics of W/O/W emulsions encapsulating oleuropein using microchannel emulsification. The Japanese Society for Food Science and Technology, Kanto Branch Annual Meeting. Tokyo, Japan, March 9, 2013.
 57. Turki N. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), T. Shehzad, H. Moncef, K. Okuno Genetic diversity in response to salt stress among durum wheat germplasm. Japanese Society of Breeding, Tokyo, Japan, March 26-28, 2013.
 58. 入江 光輝(筑波大学生命環境系・ARENA)、Slim Mtibaa.. NDVIの季節的変動に基づく土地利用分類精度の向上. 日本沙漠学会第24回学術大会、広島、2013年5月25-26日.
 59. 大寺杏奈(京都大学大学院生命科学研究科)、宮前友策、仲井奈緒美、荒川武明、平澤明、河内敦、川田清和、Han Junkyu、磯田博子、Mohamed Neffati、前嶋一宏、秋田徹、森直樹、入江一浩、神戸大朋、増田誠司、永尾雅哉、ニガハッカ由来不飽和脂肪酸のPPAR γ およびGPR40に対するデュアルアゴニスト活性、新規素材探索研究会第12回セミナー、横浜、2013年6月7日.
 60. Isoda, H. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Villareal M.O., J. Han. Differentiation induction of K562 cells to erythrocytes by flavonoid apigenin. ESACT, Lille, France, June 23-26, 2013.
 61. Villareal M.O. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Han J., H. Isoda. Downregulation of the *MITF* gene expression and activation of ERK pathway in human and murine melanoma cell lines - possible mechanism for the anti-melanoma effect of daphnane diterpene hirsein B. ESACT, Lille, France, June 23-26, 2013.
 62. 近藤真司(筑波大学大学院生命環境科学研究科)、佐々木一憲、韓峻奎、磯田博子. MKP-1 発現抑制を介したロズマリン酸の抗うつ薬様効果、JAACT 2013、福

- 井、2013 年 7 月 18-19 日。
63. 村上果(筑波大学大学院生命環境科学研究科), 本嶋秀子, 韓峻奎, 河内敦, Mohamed Neffati, 磯田博子. 地中海薬用植物 *Artemisia herba-alba* の I 型アレルギー抑制効果の評価とメカニズム解析. JAACT2013、福井、2013 年 7 月 18-19 日。
 64. Villareal M.O. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Han J., Shigemori H., H. Isoda. Downregulation of the *MITF* gene expression in human and murine melanoma cell lines: mechanism for the antimelanoma effect of daphnane diterpene hirsein B. Global Science Week 2013, Tsukuba, Japan, October 2-4, 2013.
 65. Maezono S. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), Villareal M.O., Han J., H. Isoda. *Cymbopogon shoenanthus* ethanol extract has a melanogenesis-regulatory effect on human epidermal melanocytes. Global Science Week 2013, Tsukuba, Japan, October 2-4, 2013.
 66. Kondo S. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Sasaki K., Han J., H. Isoda. Antidepressant-like effect of rosmarinic acid through MKP-1 down-regulation. Global Science Week 2013, Tsukuba, Japan, October 2-4, 2013.
 67. Anna Ohtera (Kyoto University, Graduate School of Biostudies), Yusaku Miyamae, Naomi Nakai, Atsushi Kawauchi, Kawata Kiyokazu, Junkyu Han, Hiroko Isoda, Mohamed Neffati, Kazuhiro Maejima, Toru Akita, Naoki Mori, Kazuhiro Irie, Taiho Kambe, Seiji Masuda, Masaya Nagao. Identification of 6-Octadecynoic acid from *Marrubium vulgare* L. as a PPAR γ agonist. TJASSST 2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
 68. Maezono S. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), Villareal M.O., Han J., H. Isoda. Inhibitory Effect of Caffeic acid and its Derivatives on Oxidative Stress in Human Epidermal Melanocyte. TJASSST 2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
 69. Maeda M. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), Villareal M.O., Han J., H. Isoda. Analysis of the mechanism of the melanogenesis stimulatory effect of *Cymbopogon shoenanthus* on B16 murine melanoma cells. TJASSST 2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
 70. Kondo S. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Sasaki K., Han J., H. Isoda. Antidepressant-like effect of rosmarinic acid through MKP-1 down-regulation. TJASSST 2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
 71. Atsushi Kawachi (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Yoshie Kawamura (ARENA), Kiyokazu Kawada, Zouhaier Bouallagui, Sami Sayadi, Hiroko Isoda. Anti-cancer and antioxidant activities of leaf-extracts of Tunisian olive cultivars growing in the different regions in Tunisia. TJASSST 2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
 72. Wang M. (Tokyo Institute of Technology, Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering), Takahira K., Ishikawa T., Irie M. Numerical study on seasonal stratified flow and sediment transport in Joumine Reservoir, Tunisia. TJASSST 2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
 73. Mtibaa S. (ENIS), Ksibi M., Irie M. Estimation of Sediment Yield using RUSLE model for reservoir Trap Efficiency calculation: Case of catchments in Tunisia. TJASSST 2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
 74. Brini R.(INAT), Tsujimura M., Chekirbane A, Yamada W., Kawachi A., Abdallah B., Tarhouni J. Understanding the hydrogeochemical functioning of Sbiba - Sidi Merzoug aquifer (Central West of Tunisia) using hydrochemical and isotopic tracers. TJASSST 2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
 75. Chekirbane A. (Water Reseach and Technology Center), Lacchaal F., Mlayah A., Khadhar S., Ziedi A., Trabelsi E., Tsujimura M., Tarhouni J. Groundwater quality assessment of a coastal aquifer using geo-electrical and geochemical techniques: case of

Wadi Daroufa plain, CapBon, NE of Tunisia. TJASSST 2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.

76. Dammak, I. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), Neves, M., Nabeatni, H., Sayadi, S., Nakajima, M. Method for isolation polyphenols from olive mill water, TJASSST 2013, Hammamet, Tunisia, November 15-19, 2013.
77. Turki N. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), T. Shehzad, M Harrabi, M Tarchi K. Okuno. Variation in response to salt stress at seedling and maturity stages among durum wheat varieties. Desert Technology 11 International Conference, San Antonio, U.S.A., November 19-22, 2013.
78. Sbei H (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), T Shehzad, S Hamza, M Harrabi, K Okuno. Salinity tolerance evaluation of Asian barley accessions (*Hordeum vulgare* L.) at early vegetative stage. Desert Technology 11 International Conference, San Antonio, U.S.A., November 19-22, 2013.
79. Shehzad T. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), K. Okuno. Genetic analysis of sorghum allelopathy. Plant and Animal Genome Conference, San Diego, USA, January 10-15, 2014.
80. Maezono S. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences), Villareal, M.O., Han, J., H. Isoda. Inhibitory effect of caffeic acid and its derivative, caffeic acid phenethyl ester on oxidative stress in human epidermal melanocytes. ARE Research Festa 2014, Osaka, Japan, March 12, 2014.
81. Sbei H. (University of Tsukuba, Graduate School of Life and Environmental Sciences), K. Sato, T. Shehzad, M. Harrabi, K. Okuno. Association mapping for salinity tolerance in barley. 日本育種学会、仙台、2014年3月22日.
82. 内田千智(筑波大学大学院生命環境科学研究科)、河内敦ほか. チュニジア北東沿岸部の貯水ダム下流域における浅層地下水の水質形成特性. 日本地球惑星科学連合2014年大会、神奈川、2014年4月28日－5月2日
83. Kawada K. (University of Tsukuba, Faculty of Life and Environmental Sciences/ARENA), Suzuki K., Suganuma H., Smaoui A., Isoda H. Protective effects of vegetation in Chambi National Park in Tunisia. International Conference on Arid Land Studies 2. Samarkand, Uzbekistan, September 9-13, 2014.
84. Kitagawa T. (ARENA), K. Kashiwagi, H. Isoda. Transformation of olive related customs and olive-growing farms in North Africa. 2nd International Conference on Arid Lands Studies: Innovations for sustainability and food security in arid and semiarid lands, Samarkand, Uzbekistan, September 10-14, 2014.
85. 柴山直之(筑波大学大学院生命環境科学研究科)、辻村真貴ほか. チュニジア北東部沿岸流域における地下水の時空間変動. 日本水文科学会 2014 年度学術大会、広島、2014 年 10 月 4-5 日.
86. 古川真理子(筑波大学大学院生命環境科学研究科)、辻村真貴ほか. チュニジア北部内陸および沿岸流域における地下水－地表水循環系. 日本水文科学会 2014 年度学術大会、広島、2014 年 10 月 4-5 日.

(5)知財出願

①国内出願 (2 件)

- 1.「腫瘍細胞増殖抑制剤とこれを含有する医薬品組成物、化粧品組成物及び食品組成物」、ハン ジュンギユ、磯田博子、川田清和、シエドリ アブデリ、モンデル ブラアバ、リアド クスリ、筑波大学&CBBC の共同出願、2011 年 9 月 30 日、2011-216214
- 2.「メラニン産生抑制剤とこれを含有する医薬品組成物、化粧品組成物、食品組成物」、ハン ジュンギユ、磯田博子、マイラ オ ビラリアル、チョウ フィチャ、モハメッド

ネファティ、ハネン ナジャ、筑波大学&IRA の共同出願、2011 年 11 月 18 日、
2011-252968

②海外出願 (4 件)

1. 「 COMPOSITIONS AND METHODS FOR TREATING EMOTIONAL-PSYCHOLOGICAL STRESS」、Hiroko Isoda, Junkyu Han, Mahmoud Ben Othman, Mohamed Neffati、筑波大学と IRA の共同出願、2012 年 11 月 26 日、US13/684,991、米国
2. 「COMPOSITIONS AND METHODS FOR TREATING OR AMELIORATING OBESITY OR FOR REDUCING DIABETIC HYPERCHOLESTEROLEMIA」、Hiroko Isoda, Junkyu Han, Zar Kalai Feten, Chedly Abdelly, Riadh Ksouri、筑波大学と CBBC の共同出願、2012 年 11 月 26 日、US13/685,104、米国
3. 「 COMPOSITIONS AND METHODS FOR LINEAR ALKYL BENZENE SULFONATE (LAS) RISK ASSESSMENT」、Hiroko Isoda, Junkyu Han, Sayadi Sami, Mohamed Bradai、筑波大学と CBS の共同出願、2012 年 11 月 26 日、US13/685,354、米国
4. 「Method for isolating polyphenols from olive mill water」、Nakajima, Neves, Isoda, Dammak, Sayadi、2013 年 8 月 9 日、U.S. Patent application 13/963、reference: 93552(311771)、米国

③その他の知的財産権

(6)受賞・報道等

① 受賞

1. 鈴木絃一メモリアル賞;中崎瑛里、韓峻奎、磯田博子、Apigenin 7-glucoside による白血球細胞分化誘導メカニズムの解析. 第 84 回日本生化学会大会、京都、平成 23 年 9 月 21-24 日.
2. ベストポスター賞;S. Souilem, M. Neves, I. Kobayashi, S. Mejri, M. Nakajima. Surface activity of oleuropein in O/W emulsion systems. The 11th Tunisia - Japan Symposium on Society, Science and Technology, TJASSST'11, Hammamet, Tunisia. November 12, 2011.
3. ベストポスター賞;Konomi Murakami, Hideko Motojima, Junkyu Han, Mohamed Neffati, Hiroko Isoda. Anti-allergic effect of Mediterranean plants on RBL-2H3 cells. TJASSST2012, Hammamet, Tunisia, 16-19 Nov., 2012.
4. 優秀発表賞;近藤真司、佐々木一憲、韓峻奎、磯田博子. MKP-1 発現抑制を介したロズマリン酸の抗うつ薬様効果. JAACT 2013、福井、2013 年 7 月 18-19 日
5. 優秀ポスター賞;Villareal M.O., Han J., Shigemori H., H. Isoda. Downregulation of the *MITF* gene expression in human and murine melanoma cell lines: mechanism for the antimelanoma effect of daphnane diterpene hirsutin B. Global Science Week 2013, Tsukuba, Japan, October 2-4, 2013.
6. ベストポスター賞;Maezono S., Villareal M.O., Han J., H. Isoda. Inhibitory Effect of Caffeic acid and its Derivatives on Oxidative Stress in Human Epidermal Melanocyte. TJASSST 2013, Hammamet, Tunisia, Nov 15-18, 2013.
7. ベストポスター賞;I. Dammak, M. A. Neves, H. Nabeatni, S. Sayadi, M. Nakajima, Method for isolation polyphenols from olive mill water. TJASSST 2013, Hammamet, Tunisia, Nov 15-18, 2013.
8. 女性研究者賞、クラブ賞;磯田博子、(公財) ソロプチミスト日本財団、2013 年 12 月 20 日

② マスコミ(新聞・TV等)報道(プレス発表をした場合にはその概要もお書き下さい。)

1. 2014 年 2 月 27 日、日本経済新聞「技術・宗教 日本とつなぐ」(朝刊及び Web)
2. 2014 年 5 月 29 日、西日本放送「オリーブ産地をチュニジアが視察」
3. 2014 年 5 月 29 日、NHK 高松放送局「オリーブの加工技術を視察」(Web)
4. 2014 年 5 月 30 日、四国新聞「オリーブで国際協力/小豆島の加工施設視察」(Web)
5. 2014 年 5 月 31 日、読売新聞「オリーブ加工技術視察 チュニジア研究者ら」(Web)
6. 小豆島町 町長の「八日目の蟬」記、第 1211 回「チュニジアの皆さんの訪問」

③ その他

(7)成果展開事例

①実用化に向けての展開

- ・下記企業より、成果に関する問い合わせを受け、面談対応を行っている。
 - ・株式会社クイックビジョン
 - ・有限会社クシロ／クシロ薬局
 - ・カイゲンファーマ株式会社
 - ・エルピクセル株式会社
 - ・エーザイフード・ケミカル株式会社
 - ・富士フイルム株式会社
 - ・有限会社盛田アグリカルチャーリサーチセンター
 - ・株式会社ローマン工業
 - ・日揮株式会社
 - ・大松商事株式会社
- ・JICA と連携し、研究成果に関する BOP ビジネス事業参入へ向け、申請を行っている。

① 社会実装(研究成果の社会還元)への展開活動

- ・チュニジア工業・商業・手工業連盟(UTICA)で、ワークショップ「Valorization of Natural Resources for Economic Development」を行い、SATREPS プロジェクトの紹介、チュニジアの生物資源の強みを生かした産業化への取り組みや日本での活用の可能性について発表した。
- ・下記の政府機関において、SATREPS 事業の紹介を行った。
 - ・外国投資復興庁(FIPA)の総裁、(チュニス、チュニジア)
 - ・工業復興庁(API)の総裁、(チュニス、チュニジア)
 - ・工業・商業・手工業連盟(UTICA)、(チュニス、チュニジア)
 - ・輸出促進センター(CEPEX)、(チュニス、チュニジア)
 - ・包装・パッケージング技術センター(PACKTEC)、(チュニス、チュニジア)
- ・下記の会場で講演を行い、SATREPS 事業の紹介を行った。
 - ・香川産業技術センター
 - ・バイオマス研究会公開セミナー(主催:NPO 法人近畿バイオインダストリー振興会議)
 - ・日本農芸化学会 2014 年度中四国支部大会 第 33 回動物細胞工学シンポジウム
- ・日本側専門家の現地派遣、日本へのチュニジア CP の招聘、「チュニジアー日本 文化・科学・技術学術会議」(年1回)の開催、本邦研究者の現地派遣等、「顔の見える技術協力」により、現地との密接な信頼関係を築いている。

<非公開>:該当なし

§ 6 プロジェクト期間中の主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

① “ワークショップ、シンポジウム、小中高での特別授業、地域での講演、研究機関の一般公開での講演、その他チーム内ミーティング（主なもの）を行った場合、月日、名称、場所、参加人数、目的や内容などを記入。”

なお、チーム内ミーティング等、一般公開でないものは、名称のあとに（非公開）と記載して下さい。

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2009 年 10 月 22 日	大学の先生による模擬授業	栃木県立宇都宮女子高等学校	40 名	天然物から得られた生理活性物質に関する講義
2009 年 12 月 16 日	将来を考えるふれあい集会	つくば市立竹園東中学校	30 名	職業の内容ならびに大学での研究の紹介
2010 年 6 月 26 日	第1回ソルガムワークショップ	東京大学	30 名	ソルガムの遺伝育種研究トピックに関して議論した。
2010 年 9 月 27 日	「チュニジアの極限環境下における食薬植物の持続的利用-日本とチュニジアの共同研究の展望」	筑波大学	52 名	チュニジア産塩生植物の利用性に関してセミナーを行い、塩生植物の機能性を中心としたその利用性に関して議論した。
2010 年 9 月 28 日	「Valorization of Aromatic plants: Research collaboration between Japan and Tunisia」	京都大学	38 名	乾燥地植物、特に薬用植物に関する議論を行った。さらに、食薬資源をターゲットとする新しい機能性分析に関する紹介を行った。
2011 年 3 月 1 日	「アフリカとの科学技術協力と大学の役割」	筑波大学	120 名	チュニジアを始めとする北アフリカ諸国(エジプト、モロッコ、アルジェリア、モリタニア)との科学技術協力における日本の大学の役割に関する議論を行った。
2011 年 3 月 4 日	FOODEX2011「チュニジアオリーブとアロマ・薬用植物の有用性」	幕張メッセ	40 名	チュニジア産オリーブとアロマ・薬用植物の新しい機能性、特にチュニジア産食資源の有用性に関する科学的エビデンスの詳細に関して紹介した。
2011 年 5 月 25 日	Desert Technology X (DT10)	成田	100 名	SATREPS セッションにて各部門の進捗状況や研究内容に関して日本とチュニジア側が紹介した。
2011 年 6 月 13 日	第 2 回ソルガムワークショップ	名古屋大学	30 名	ソルガムの遺伝育種研究トピックに関して議論した。
2011 年 7 月 7 日	平成 23 年度大学模擬授業	茨城県立日立北高等学校	35 名	天然物から得られた生理活性物質に関する講義と大学、学類の紹介

2011 年 11 月 13 日	TJASSST2011	ハマメット (チュニジア)	300 名	SATREPS セッションにて、 各部門の現在まで行った研究 に関して紹介・報告した。
2011 年 11 月 24 日	文化講演会	浦和明の星 女子中学・ 高等学校	1038 名	天然物から得られた生理活 性物質に関する講演
2011 年 12 月 6 日	被災地に位置する高校 の「若い世代のための 出張講義」	磐城桜が丘 高等学校	50 名	天然物から得られた生理活 性物質に関する講義
2012 年 3 月 6 日	FOODEX2012「チュニ ジア産オリーブ・薬用 植物の機能性と有効利 用」	幕張メッセ	40 名	チュニジア産オリーブと・薬 用植物の新しい機能性、特 にチュニジア産食資源の有 用性に関する科学的エビデ ンスの詳細に関して紹介
2012 年 6 月 28 日	第3回ソルガムワークシ ョップ	九州沖縄農 業研究セン ター	26 名	ソルガムの遺伝育種研究ト ピックに関して議論した。
2012 年 9 月 7 日	SATREPS Seminar(非公開)	JICA 本部	40 名	PMU および JCC に合わせ て、各部門の現在まで行っ た研究に関して紹介・報告し た。
2012 年 9 月 15 日	学部学科研究会	長野県立長 野高等学校	20 名	天然物から得られた生理活 性物質に関する講義と大学 、学類の紹介
2012 年 10 月 4 日、11 日	公開講座「地中海産ア ロマの魅力に迫る」	筑波大学	100 名	チュニジア産アロマを通して アロマ植物の機能性の解説 および実際に体験し、アロマ の魅力を紹介した。
2012 年 11 月 11 日	サイエンスアゴラ 2012	日本科学未 来館	60 名	SATREPS セッションにて 「地中海アロマの魅力を 解明し、チュニジアの人々 を救え」のについてのトーク セッションをした。
2012 年 11 月 15 日	学部学科説明会	土浦日大中 等高等学校	41 名	天然物から得られた生理活 性物質に関する講義と大学 、学類の紹介
2012 年 11 月 17 日	チュニジア-日本シンポ ジウム「食品科学研究を 通した持続的社会の形 成」	ハマメット (チュニジア)	48 名	チュニジア産食資源の有 用性に関する科学的エビデ ンスの詳細に関して紹介した。
2013 年 2 月 8 日	財団法人かがわ産業支 援財団主催「地中海オリ ーブ成分の機能性と有 効利用」	小豆島産業 会館	50 名	チュニジア産オリーブの有 用性に関する科学的エビデ ンスの詳細に関して紹介し た。
2013 年 3 月 5 日	FOODEX2013「チュニ ジア産オリーブ・薬用 植物の機能性と有効利 用」	幕張メッセ	50 名	チュニジア産オリーブと・薬 用植物の新しい機能性、特 にチュニジア産食資源の有 用性に関する科学的エビデ

				ンスの詳細に関して紹介した。
2013 年 7 月 12 日	シンポジウム: 気候変動がもたらす農林業への影響とその対策を考える	東京大学	85 名	IPCC 報告に基づいて気候変動の影響評価と作物育種の方向性を議論した。
2013 年 10 月 12 日	ワークショップ: 気候変動に対応した 21 世紀育種戦略(非公開)	鹿児島大学	100 名	気候変動予測に基づく作物育種の目標と展望について議論した。
2013 年 10 月 23~25 日	アグリビジネス創出フェア 2013	東京ビッグサイト	100 名	SATREPS 事業の紹介
2013 年 11 月 15-18 日	TJASSST2012	ハマメット (チュニジア)	300 名	SATREPS セッションにて、各部門の現在まで行った研究に関して紹介・報告した。
2014 年 2 月 8 日	地中海オリーブ成分の機能性と有効利用	香川産業技術センター	70 名	チュニジア産食資源の有用性の紹介
2014 年 3 月 14 日	Tunisian-Japanese seminar [Valorization of Natural Resources for Economic Development]	UTICA, チュニス (チュニジア)	97 名	SATREPS プロジェクトの紹介、企業とのコラボレーション、日本との流通について発表した。
2014 年 4 月 22 日	チュニジア投資セミナー	JETRO 森アークビル	100 名	チュニジア外国投資復興庁(FIPA)等がチュニジアの投資環境や進出企業について説明した。
2014 年 4 月 25 日	オリーブサミット国際オリーブシンポジウム	東京	80 名	オリーブオイルの健康機能について紹介した。
2014 年 10 月 1 日	バイオマス研究会公開セミナー	大阪	100 名	北アフリカ食料資源の機能解析と有効利用について紹介した。
2014 年 12 月 15 日 開催予定	講座「身近な食品・化粧品～その成分と機能性～」	高松第一高等学校	一名	オリーブの機能性について紹介

② 合同調整委員会開催記録
(開催日、出席者、議題、協議概要等)

年月日	出席者	議題	概要
2010 年 6 月 22 日	チュニジア高等教育・科学研究省 局長等 35 名	Valorization of Bio-resources in Semi-Arid and Arid Land for Regional Development	PDM 説明、研究機材の配備、長期研究制度、等
2010 年 7 月 14 日 *	チュニジア 5 研究機関代表等 17 名	SATREPS Project in Tunisia	活動内容、機材導入計画、研修計画、プロジェクト車両の準備、知的財産、等
2010 年 8 月 4 日 *	チュニジア 5 研究機関代表等 13 名	SATREPS Project in Tunisia	機材設置、プロジェクト車両マネジメント、等
2010 年 10 月 26 日 *	チュニジア 5 研究機関代表等 17 名	SATREPS Project in Tunisia	機材搬入、本邦長期研修、機材使用、等

2011 年 5 月 23 日 *	チュニジア 5 研究機 関代表等 12 名	SATREPS Project in Tunisia	機材使用、短期・長期研修、 物質移動合意書、等
2011 年 5 月 27 日	チュニジア高等教育・ 科学研究省 局長等 39 名	Valorization of Bio-resources in Semi-Arid and Arid Land for Regional Development	機材搬入と事故説明報告、 長期・短期研修について、 物質移動合意、等
2011 年 11 月 12 日 *	チュニジア 5 研究機 関代表等 22 名	SATREPS Project in Tunisia	機材使用、短期・長期研修、 特許、活動進捗状況、等
2012 年 9 月 4 日 *	チュニジア高等教育・ 科学研究省 局長、 チュニジア 5 研究機 関代表等 41 名	SATREPS Project in Tunisia	各活動グループによる活動 計画、活動詳細と進捗計画 の見直し、等
2012 年 9 月 7 日	チュニジア高等教育・ 科学研究省 局長等 38 名	Valorization of Bio-resources in Semi-Arid and Arid Land for Regional Development	機材使用状況等、研究進捗 状況、消耗品購入状況、短 期研修制度、特許、等
2013 年 6 月 18 日 *	チュニジア 5 研究機 関代表等 17 名	SATREPS Project in Tunisia	活動プレゼンテーション、 PDM・中間評価結果説明、 研究員旅費補助提案、等
2013 年 6 月 19 日	チュニジア高等教育・ 科学研究省 局長等 28 名	Valorization of Bio-resources in Semi-Arid and Arid Land for Regional Development	研究活動進捗状況、中間評 価結果説明、PDM 改訂説 明、等
2013 年 11 月 15 日 *	チュニジア 5 研究機 関代表等 23 名	SATREPS Project in Tunisia	中間評価、細胞培養研究、 企業化、薬品開発応用、研 修、CP 本邦渡航、等
2013 年 11 月 18 日 **	チュニジア外国投資 復興庁(FIPA) 総裁 等 5 名	Collaboration with SATREPS and FIPA	ARENA・筑波大学・ SATREPS プロジェクトの紹 介、チュニジア製品の特徴、 共同事業の提案、本邦学位 取得、ワークショップ開催の 説明、将来展望、等
2013 年 11 月 19 日 **	チュニジア工業・商 業・手工業連盟 (UTICA)代表等 7 名	Collaboration with SATREPS and UTICA	ARENA・筑波大学・ SATREPS プロジェクトの紹 介、共同事業の提案、 TJASSST について、ワーク ショップ開催の説明
2013 年 11 月 19 日 **	チュニジア工業復興 庁(API)総裁等 5 名	Collaboration with SATREPS and API	ARENA・筑波大学・ SATREPS プロジェクトの紹 介、共同事業の提案、本邦 学位取得、ワークショップ開 催の説明、将来展望、等
2014 年 11 月 3 日 *	チュニジア 5 研究機 関代表等 11 名	SATREPS Project in Tunisia	活動プレゼンテーション、プ ロジェクト終了後の研究活 動・企業化、特許、等
2014 年 11 月 28 日	チュニジア高等教育・ 科学研究省 局長等 17 名	Valorization of Bio-resources in Semi-Arid and Arid Land for Regional Development	活動プレゼンテーション、プ ロジェクト終了後の研究活 動・企業化、特許、等

JCC: 網掛け部分 PMU: * その他: **

§ 7国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など

(1) 共同研究全体

- ・ 2011 年に起こったジャスミン革命によるチュニジアの政治的混乱が生じ、プロジェクトの遅延が生じたが、日本側が現地へ出向く回数が減った分、CP や若手研究者を日本へ招聘し、効率化を図った。
- ・ 共著論文や国際学会での研究成果の発表や広報を通じ、他の先進国に対して事業成果を報告し、他の先進国から興味を示されている。
- ・ プロジェクト終了後、チュニジア研究機関が試薬等の消耗品費、機材メンテナンス費を自立確保する必要がある。外部資金の獲得と、政府の経済支援を期待したい。
- ・ 現在、平成 27 年度 SATREPS 生物資源研究分野「生物資源の持続可能な生産・利用に資する研究」へ応募している。本プロジェクトでは、チュニジア生物資源の沿岸部から平原部までの水平分布を調査・研究したが、今後は、沿岸部から山間部までの垂直分布を加えた三次元での生態分布を調査・研究し、その生物相に価値付けを行う必要があると考えている。
- ・ 本プロジェクトでは、優れた機能性を持つ食薬資源を見出した。これらの付加価値の高い生物資源の産業化・プロセス化について、専門家の意見を取り入れ、投資を呼び込むような魅力的な事業に着手したい。

(2) 生物資源有用性評価グループ/. 乾燥地生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)の有用成分の機能性およびその生息環境の解析

- ・ チュニジア側カウンターパートが自然科学系研究者であり、実験室での活動が主体である研究者が多かったことと文化の相違から、フィールドワークのやり方に関する齟齬が出ることもあった。それに対して、話し合いを重ねながら行っていた。カウンターパートからは、この協働を通じて、日本人の勤勉な取り組み方から学ぶことが多かったという声が聞かれた。
JICA の規定で、チュニジア側カウンターパートの調査中の宿泊費や食費はチュニジア側が捻出することになっていたが、あまりにも少額のため、日本側が多めに出すことも多々あった。宿泊については高額すぎるため、断念せざるを得ないこともあり、調査の展開が制限された。この点は今後解決していく必要があると強く感じる。
研究に支障をきたすだけではなく、国際交流という点でも、不信感を生じさせかねないためである。両国の経済格差は大きい、どちらかが不利益を被る現状は改善していく必要があると感じる。(研究機材の輸送時の事故や、その保険等の問題があり、チュニジアでの研究の立ち上げが遅れた分、より日本側で主導的に研究が進んだ面があったかもしれない。)
- ・ JICA 側での保険の確認は重要な案件である。
- ・ チュニジア側の情報窓口として、北アフリカセンター・磯田研究室に所属の留学生と直接話すことで、抽出物についての分析結果や、関連論文をすぐに照会してもらえた点が効率的であった。

(3) 生産基盤整備グループ/乾燥地生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)の生産のために、地域環境に適合した高度水利用技術や安定的・持続的な生産環境の改善方法の開発

生産基盤整備グループでは現地調査に基づく研究が中心であるが、現地調査の実施のためには水資源・水環境を管理する行政組織との連携が必要である。管理主体である行政機関は必ずしも研究主体ではないが、研究成果の共有を積極的にかつこまめに行い、調査許可やデータ提供などがスムーズに行われるよう、関係構築をしていった。

(4) データベース構築グループ/乾燥地生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)に関するライブラリーを含む統合データベースの構築

資料収集において著作権に関する認識がない場合、入力を依頼してもほとんどがインターネットから集めた情報や引用元の情報が不確かな状態で資料収集が行われてしまうため、時間をかけて情報収集を行っても信頼性が低く、集めたデータが使えない事態になる。このような事態を避けるために事前にレファレンス管理のノウハウを指導することが必要である。サンプルの持ち出しに必要な契約である

MTA(Material transfer Agreement)の準備プロセスに時間がかかる。プロジェクト共通のフォーマットや運用マニュアルを作成することで、事務的作業の負担を軽減することが望ましい。

(5) 育種方法開発グループ/分子マーカーを活用した耐乾性食用作物の育種方法の開発

本グループでは、ソルガム、デュラムコムギおよびオオムギを研究材料に用いて、耐塩性、病害抵抗性等の生物的・非生物的ストレス耐性の遺伝解析に取り組んだ。日本側は耐塩性と適応関連形質を主な研究課題とし、チュニジア側は病害抵抗性を主な研究課題とした。対象とする形質は異なるが、DNA マーカーを用いた遺伝解析という共通目標を持って課題に取り組んだ。とくに、日本側は、近年、量的形質の遺伝解析法として注目されているアソシエーション解析(連鎖不平衡解析)に精通していたため、チュニジア側から共同研究者や大学院生を受け入れ、アソシエーション解析の理論と実践の指導に当たった。また、チュニジアにおいてセミナーを開催し、日本側の研究成果を紹介することを通じて、量的形質遺伝学の基礎と応用に関する教育指導を行った。チュニジアでは植物遺伝学あるいは基礎遺伝学の講義が行われていないため、遺伝解析の基礎となる植物遺伝学(基礎遺伝学)の理解度が低く、受け入れた大学院生の学位論文や投稿論文の執筆時に問題点が露呈した。日常的な指導の中で、理解度を高める工夫を図ったが、100%は克服できていない。やはり、入学前に研究課題の基礎学問に関する知識や学力を把握する機会が必要だと痛感している。

生物資源に関する国際的な枠組は生物多様性条約と食料農業植物遺伝資源条約により統括されている。植物遺伝資源条約では遺伝資源へのアクセスと利益配分(Access and Benefit Sharing)について、すでに合意され、標準的な合意書に基づき多国間システムとして機能している。一方、生物多様性条約では ABS について議論の過程にあり、どのような結論に到達するかは不透明である。植物遺伝資源条約では採択後 10 年間の議論を経て、ABS に関する国際的枠組が出来上がった。したがって、生物多様性条約下の生物資源に関わる国際プロジェクトでは、事前に将来の議論を見据えて生物資源の国際的移動に関する二国間の合意を取り交わしておくことが重要である。

(6) 製品化技術開発グループ/乾燥地生物資源(オリーブ、薬用植物、耐塩性植物)の利用法・製品化に関する技術の開発

チュニジア国 CBS、CBBC、IRA から研究員、大学院生を受入、共同研究を実施してきた。特に CBS からは博士課程の学生を 2 名受け入れて、オリーブオイル製造に排出されるオリーブミル水からのポリフェノールの回収プロセス開発、またポリフェノールの主成分のオレウロペインについて物理化学的特性解析を進めた。オリーブミル水からのポリフェノール回収については、協働特許を申請している。共同論文も 6 件が受理され、さらに 3 件準備中である。筑波大学より博士の学位を授与された 2 名の研究者は、帰国して、CBS にて非常勤にて研究活動を続けているが、これまで得られた成果をさらに発展させるために、同国において常勤の研究員のポストが提供されることが強く望まれる。また、CBBC、IRA からの短期の研修生も、帰国後、研究を発展させているところである。

現在、本プロジェクトの後継プロジェクトが申請されているところであり、上記の特許の実用化など、イノベーションにつなげていくことが望まれる。

これまで、チュニジアでのカウンターパートであるスファックス大学 (ENIS) と協力し、プロジェクトの着実な実施を進めてきた。課題としては、引き続き、チュニジア側研究機関とのコミュニケーション不足が挙げられる。こうした課題を克服するため、可能な限り、チュニジア側との定期的な意見交換を行い、また日本側研究者によるチュニジアへの渡航を通じて、チュニジア側研究機関とのコミュニケーションの強化を図った。

日本－相手国研究機関との研究活動の生産性向上を図るため、研究成果を踏まえて、定期的に研究方法を見直して行く仕組みを作り上げることが有益と考えられる。

§ 8 結び

本事業は、2010 年に起こったチュニジアの政治的混乱により、当初の予定から遅れることとなりながらも、全 5 グループにおいて、当初掲げた目標を達成したと考えている。特に、乾燥地生物資源の機能性解析、製品化技術開発、フィールド研究について、予想を上回る成果が得られたと考えている。

実施期間中、カウンターパートの招聘や短期・長期研修員受け入れを行うと共に、多くの本邦研究者の現地派遣を行った。この「互いの顔が見える技術協力」により、共同研究の飛躍的な向上が得られたと考えている。

国内外の学会発表、国際ジャーナルへの発表、特許共同出願、チュニジア人留学生および日本側学生の学位取得等、多数の成果が得られており、両国にメリットのある事業となった。また、チュニジア国内における複数研究機関の共同研究体制構築は、本事業が初の事例となり、共同研究体制の国際化と持続的発展に貢献できたと考えている。今後、チュニジア国内における産官学連携事業を推進する上で、参画機関には、強いリーダーシップの発揮を期待している。



写真 1. 本邦プロジェクト関係者等のチュニジア訪問 (チュニジア、チュニス)



写真 2. チュニジア・日本のプロジェクト関係者等による中間報告会(茨城県、筑波大学)



写真 3. チュニジア高等教育・科学研究省局長及びカウンターパート等の本邦オリーブ生産地視察(香川県、小豆島町)



写真 4. チュニジア高等教育・科学研究省局長及びカウンターパート等の本邦オリーブ加工工場視察(香川県、小豆島町)



写真 5. 本邦留学生等の学位取得後の懇親会(茨城県、つくば市)

以上

§ 9 PDM の変遷（該当する場合）

PDMversion1 から version2 への変遷に関しては、育種グループおよび製品化グループにおいて研究の進行に伴い、より具体的な課題に関する記述が加筆された。Version2 から version3 の変遷は中間評価の際になされた。中間評価団の 5 機関訪問の際のヒアリング結果を受け、事業成果として、また事業後の社会実装達成のため、成果の評価指標を数値化することとした。これにより、課題達成に向けて、より具体的に取り組むことができた。

JST成果目標シート

研究課題名	乾燥地生物資源の機能解析と有効利用
研究代表者名 (所属機関)	磯田 博子 (筑波大学 北アフリカ研究センター 教授)
研究期間	H21採択(2010年06月01日～2015年03月31日) (5年間))
相手国名／主 要相手国研究 機関	チュニジア共和国/ スファックスバイオテクノロジーセンター (CBS) 他 機関

付随的成果

日本政府、社 会、産業への 貢献	・科学技術外交を通じた日本のプレゼンスの向上 ・本邦民間企業の現地ビジネスパートナーの発掘 ・チュニジアを通じた北アフリカ地域でのビジネス販路拡大
科学技術の発 展	・チュニジアのライフサイエンス技術の向上 ・日本－チュニジアの学術ネットワークの強化
知財の獲得、 国際標準化の 推進、生物資 源へのアクセ ス等	・特許の国際共同出願6件 ・知財管理ノウハウの移転 ・国際基準を順守したチュニジア産農産物の製品化 ・データベースを利用した生物資源情報の検索
世界で活躍で きる日本人人 材の育成	・本邦研究者の積極的な現地派遣 ・本邦研究者・参画学生の国際学会への参加、及び、国際誌への論文掲載
技術及び人的 ネットワークの 構築	・本学海外拠点や産学官連携による研究ネットワークの構築 ・チュニジア国内での複数研究機関での共同研究体制の構築
成果物(提言 書、論文、プ ログラム、マ ニュアル、 データなど)	・原著論文発表74件(うち国際誌72件) ・チュニジア人留学生の博士学位取得8名 ・著作物16件 ・学会発表214件(うち国際学会121件) ・乾燥地食薬資源データベースの構築と利用 ・技術研修コースや研修マニュアルの開発

上位目標

地球規模での持続的・資源循環的食料システムの開発や沙漠化防止に向けての環境問題解決

生物多様性条約に則った乾燥地生物資源の高度利用システムの開発が推進され、乾燥地を抱える途上国における地場産業育成・雇用創出による地域経済開発が進展する。

プロジェクト目標

乾燥地生物資源(オリーブや薬用植物等)の有用成分の探索・機能性評価・生産・製品化といった一連のプロセスを統合的に行うための基盤が構築される

