

# 「大規模穀倉地帯における土壌劣化マッピング手法の確立と情報提供ソフトウェアの開発」の成果について

研究 開発 体制	主管研究機関	東京大学	研究 開発 期間	平成25年度～ 平成27年度 (3年間)	研究 開発 規模	予算総額 (契約額) 4.1 百万円		
	共同研究機関	(株)インフォサーブ		1年目		2年目	3年目	
				2.0 百万円		1.0 百万円	1.1 百万円	

## 研究開発の背景・全体目標

土壌劣化により、耕作可能な土地の面積は世界的に減少し、現存する農地でも単収減少が報告されている。将来の食糧危機に対処するには、これらを食い止め、改善する必要がある。海外の農耕地で生産された食糧の輸入に依存している我が国にとって、世界の穀倉地帯における土壌劣化は看過できない問題である。

そこで、リモートセンシング技術を用いて、大規模穀倉地帯における土壌劣化を検出する技術を確認することを目標とする。また、この成果を取り込んだ土壌劣化情報提供ソフトウェアを開発し、大量のデータを処理する際の利便性の向上を図る。

また、本研究開発成果の利用促進を図るために、現地協力機関と利用者を含めた利用体制を構築することを目標とする。

## 研究開発の全体概要と期待される効果

### 【全体概要】

穀物の生産量は気象条件、土壌条件、作付・管理状況等によって支配される。気象条件は人間の手で変えることはできないが、土壌条件および作付・管理手法はコントロール可能である。本件は、リモートセンシング技術を用いた土壌特性の正確な把握を目指すものである。その成果として、劣化した土壌に適した品種を導入するといった作付・管理手法の導入が可能となり、劣化が進む農耕地において収量の向上が期待される(図1)。

対象地域は、小麦の大規模穀倉地帯の一つである西オーストラリア州のWheat Belt地域である。ここでは土壌の劣化による耕作放棄地が年々増加している。その要因も複数存在し、主なものに塩害、湛水害、水食・風食による土壌流出がある。特に塩害は不可逆的な現象であり、一度地表に塩類が集積してしまうと、除去は非常に困難である。耕作者の中には、このような塩害化の初期段階を把握できていないケースが多い。この地域で生産される小麦のほとんどが日本へと輸出されており、小麦輸入の安定化のためにも緊急な対策が求められる地域である。

土地所有者が土地の回復を図る際、また、土地の生産性を上げるため耐性作物の導入を行う際、これらの土壌劣化の抽出と、そのタイプ分け、及び初期段階での塩害化の検知が求められている。現在、リモートセンシングを用い行われている塩害化の検知は地表に塩類が晶出し、白く変色し始めた土地に限られる。電気伝導度(EC<sub>1:5</sub>)では2500mS/m以上に相当し、ユーザが求める初期段階の塩害化の検知は難しいのが現状である。また、目視判読に頼るため、誤判読も多い。本件は、土壌劣化のタイプ分け、及び、より低い土壌塩分濃度域の検出を目指し、ユーザーニーズに応えられる技術の開発を行う。

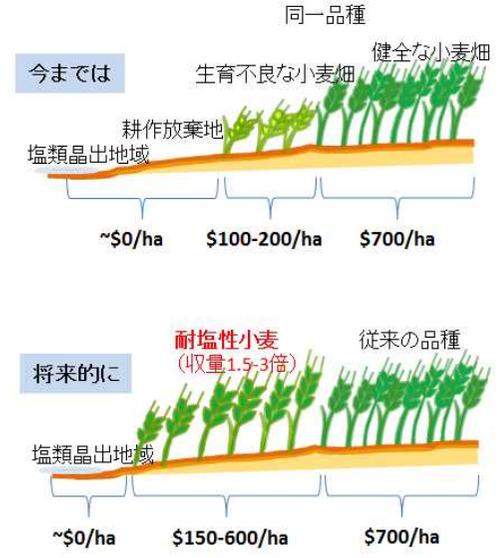


図1：本件の成果を用いた作付・管理手法の一例(耐性を有する品種の導入)

# 「大規模穀倉地帯における土壌劣化マッピング手法の確立と情報提供ソフトウェアの開発」の成果について

## 研究開発の全体概要と期待される効果（つづき）

### 【日本への波及効果】

#### ①輸入穀物の安定確保

将来的に、我が国の穀物輸入相手国にて、本件の成果を用いた作付・管理手法を適用すれば、生産量の向上が期待できるので、安定した量を確保できる。

#### ②穀物価格高騰の抑制

将来的に、世界的に本件の成果を用いた作付・管理手法を適用すれば、生産量の向上が期待できる。穀物価格の高騰を抑制することが可能と考えられる。これが実現すれば、開発途上国向けの食糧援助資金である我が国の政府開発援助資金の増加を抑制することも可能になる。

#### ③我が国の国際貢献

本件は、開発途上国への支援策として用いることができる。本件の成果を用いることにより、開発途上国の農地での穀物生産性の向上が期待でき、対象国での食糧不足の問題を緩和することが期待できる。

#### ④砂漠化の防止といった世界的気候変動に与える影響の軽減

土壌特性に応じた樹種を選定し、植林すれば土壌劣化の防止や回復が可能となる。耐塩性を有する樹種は枯れることなく生育し、塩害化の悪化を抑制する効果も期待できる。さらに、樹木は土壌を固定し、土壌の流出を防ぐため、砂漠化を防止する一助ともなる。このような植林活動はREDD+のようなカーボンクレジットにも利用可能である。

### 【土壌劣化地域への波及効果】

#### ①土地所有者の収入向上

本件の成果を基に対策をとることで、収入の無かった土地から新たな収入を生み出し、収入が低下した土地では収入を向上させることができる。離農を防ぐ一助にもなりうる。

#### ②開発途上国での穀物生産量の向上

本件は、開発途上国への支援策として用いることができる。本件の成果を用いることにより、開発途上国の農地での穀物生産性の向上が期待でき、対象国での食糧不足の問題を緩和することが期待できる。対象国のみならず、世界中での食糧危機の緩和にもつながる。

#### ③貧困からの脱却

開発途上国では自国での農業生産性が低く、食糧支援に頼る所が大きい。本件の成果を開発途上国への支援策として用いる事ができれば、開発途上国自らで食糧生産が可能になる。自国で食糧生産が可能になれば、農地から収入を得られ、貧困からの脱却も可能である。

## 「国民との科学・技術対話」の推進に関する取組について

我が国においての科学・技術対話の取り組みとして、東京大学生産技術研究所主催の第23回および24回生研フォーラムにおいて講演を行った。本フォーラムは一般に開放され聴講のみの参加が可能であり、研究者のみならず一般企業からの参加も多い。本研究開発に関しても、一般参加者を交えての議論が行われた。その結果、成果を公表するという一方向の場に止まらず、参加者からのコメント等のフィードバックを得て、本研究開発の内容も改良され、今後の方針へのアイデアを得ることもできた。

尚、本研究開発の成果ユーザは海外の大規模地帯におり、現段階では主に西オーストラリア州の土地所有者、現地農業団体、州政府および連邦政府専門家との対話を行っている。現地の土地所有者には直接訪問した他、現地の農業団体（Farcy Group）を通じてコンタクトをし、成果を普及させ、コメントを貰うなど、現地との交流は現在も継続中である。今後世界展開を行うために、他の国々でも研究開発を行っていききたい。

# ① 「土壤劣化マッピング手法の確立」

## 実施内容及び主な研究開発成果

### 1. 土壤劣化マッピング技術開発

LANDSATデータおよびDEMを用いて、土壤劣化をその要因と程度と共に推定する技術を開発した。具体的には、まず複数年・季節に撮影されたLandsatデータに対し、植物の活性を示す植生指数であるNDVIを求め、最近5ヶ年間のデータに対して最大値合成法を用いスタッキングした。季節差、作付の違い、施肥等の生育管理の違いといったノイズとなるNDVI値の変動を、塩害による変動幅よりも小さくすることができる。このNDVI値を土壤塩分濃度と関連づけ土壤劣化の分類に用いる。ただし、この状態では乾燥が進行する農地と塩害が進行する農地とが混在しているため、地形データであるDEMを用いこれらを区別した。解析の流れを図2に示す。また、土壤劣化マッピングの結果を図3に示す。

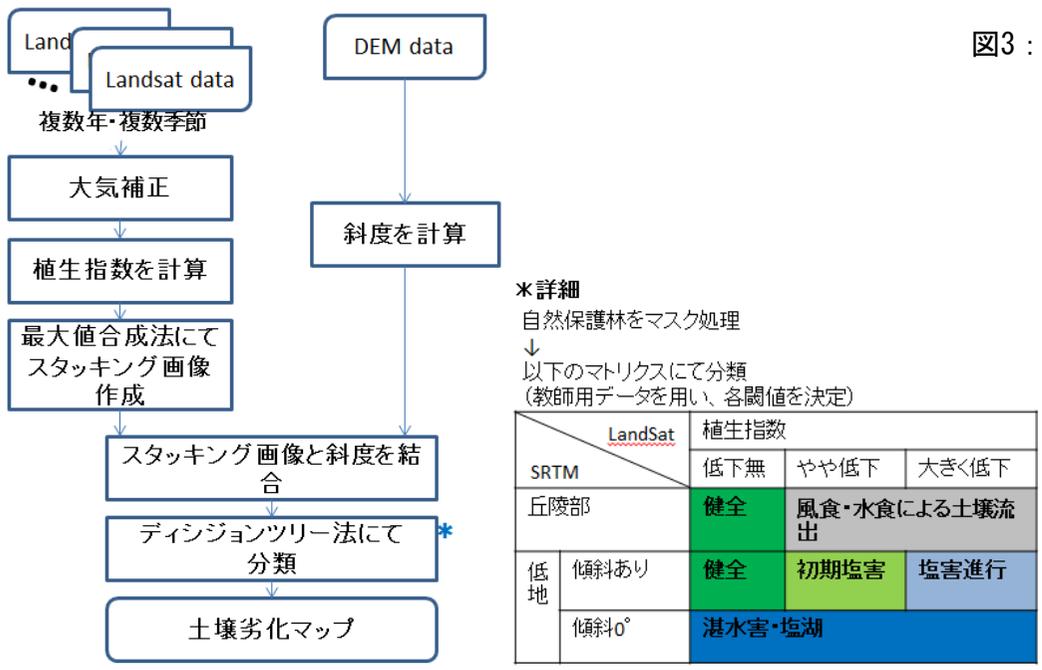
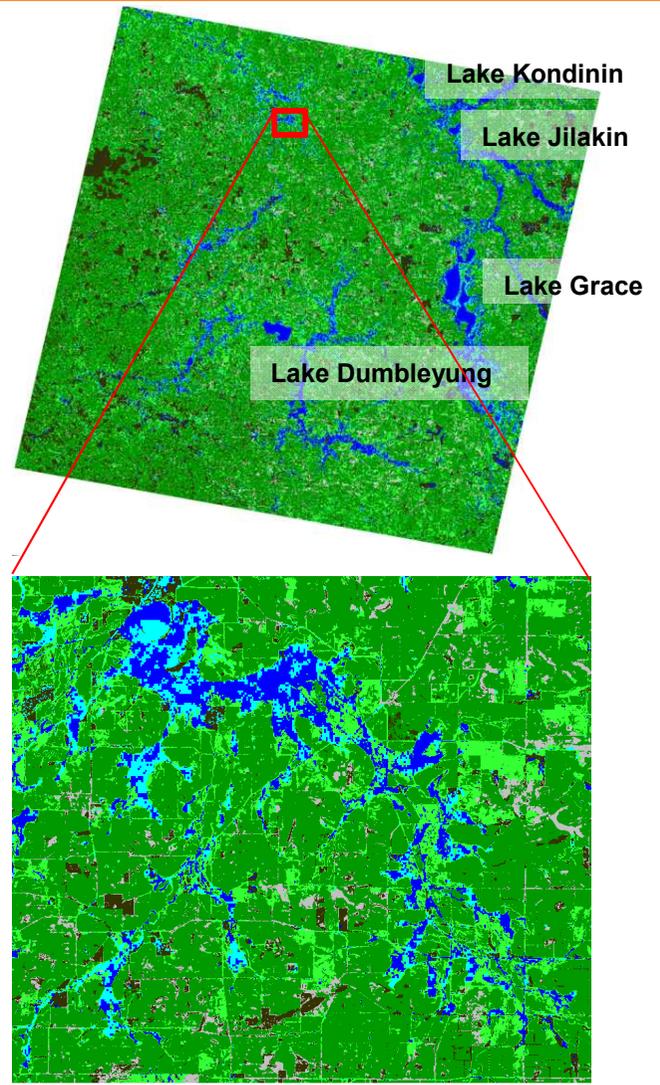


図2：解析の流れ

図3：土壤劣化マッピングの結果



分類カテゴリー	対応する塩分濃度帯	対策例
健康な土壤	EC <sub>1.5</sub> <25(mS/m)	-
初期塩害土壤	25 ≤ EC <sub>1.5</sub> <100(mS/m)	耐塩性のある穀物・品種の導入
塩害進行土壤	100 ≤ EC <sub>1.5</sub> <3000(mS/m)	植林・植草
湛水害・塩湖	3000 ≤ EC <sub>1.5</sub> (mS/m)	土木工学的な工事
風食・水食による土壤流出	EC <sub>1.5</sub> <25(mS/m)	放牧の見直し、土壤改良
自然保護林	-	-

# ① 「土壌劣化マッピング手法の確立」

## 実施内容及び主な研究開発成果

### 2. 精度検証

西オーストラリア州における採取土壌を用いた精度検証の結果、教師データを用いた場合（表1）、および検証用データを用いた場合（表2）共に、総合分類精度で90%を超し、本手法を用いれば高精度で土壌劣化が推定可能であることが示された。

### 3. 汎用性確認

本研究にて開発した技術を将来国際展開するために、汎用性の向上を図り、条件の異なる他地域において検証し、異なる大規模穀倉地帯への適用可能性を示した。本手法の汎用性が確保される理由として以下のように考えられる。

- ・ NDVIの低下に着目しているため、Lobell et al. (2010)のように平均値を用いるよりも、最大値合成法を用いることで、衛星データの覆雲率に関わらず多数の時期のデータを使用可能になり、画像取得時期の偏りを少くし、年度や季節による作付の違いからの影響を低減できる

- ・ 世界の乾燥から半乾燥地帯に位置する大規模穀倉地帯で栽培される穀物は主に小麦であり、土壌劣化特に塩類に対するストレス反応が類似しており、同様なNDVI閾値が適応できる可能性がある。（ただし、オーストラリアとスペインの二地域でしか検証していないため、今後も他の世界各地で調査を行う必要がある。）

- ・ 土壌劣化は地形要因に密接に関連しているため、解析にDEMを用いることが有効に作用する

将来、ハイパースペクトルセンサのような多バンドのデータを用いることができれば、土壌の反射率から詳細な土壌特性の推定が可能になるだろうが、マルチスペクトルセンサであるLandsatであっても地形情報であるDEMを組み合わせる事で汎用性が確保できることが分かった。現在はノイズが少ないため90m解像度のSRTMDEMを解析に用いているが、将来、世界中をカバーする解像度が高くノイズの少ないPRISMDemが公開されれば地形情報の解像度も上がり、更に正確な推定が可能になると期待している。

表1：精度評価（教師データ）

Classified data	Samples for training data					Total	User's Accuracy
	Waterlogging/Salt lake soil	Heavy salinized soil	Soil under early stage of salinization	Healthy soil	Eroded soil		
Waterlogging/Salt lake soil	16	3	0	0	0	19	84.2%
Heavy salinized soil	1	8	0	0	0	9	88.8%
Soil under early stage of salinization	0	3	13	0	0	16	81.2%
Healthy soil	0	0	0	30	0	30	100%
Eroded soil	0	0	0	0	3	3	100%
Total	17	14	13	30	3		
Producer's Accuracy	94.10%	57.10%	100%	100%	100%		
Overall Accuracy	=90.9%						

表2：精度評価（検証用データ）

Classified data	Validation data					Total	User's Accuracy
	Waterlogging/Salt lake soil	Heavy salinized soil	Soil under early stage of salinization	Healthy soil	Eroded soil		
Waterlogging/Salt lake soil	5	0	0	0	0	5	100%
Heavy salinized soil	0	1	0	0	0	1	50%
Soil under early stage of salinization	0	2	3	0	0	5	75%
Healthy soil	0	0	0	9	0	9	100%
Eroded soil	0	0	0	0	3	3	100%
Total	5	3	3	9	3		
Producer's Accuracy	100%	66.60%	100%	77.70%	100%		
Overall Accuracy	=91.3%						

## ② 「情報提供ソフトウェアの開発」

### 実施内容及び主な研究開発成果

#### 1. 前処理機能の開発

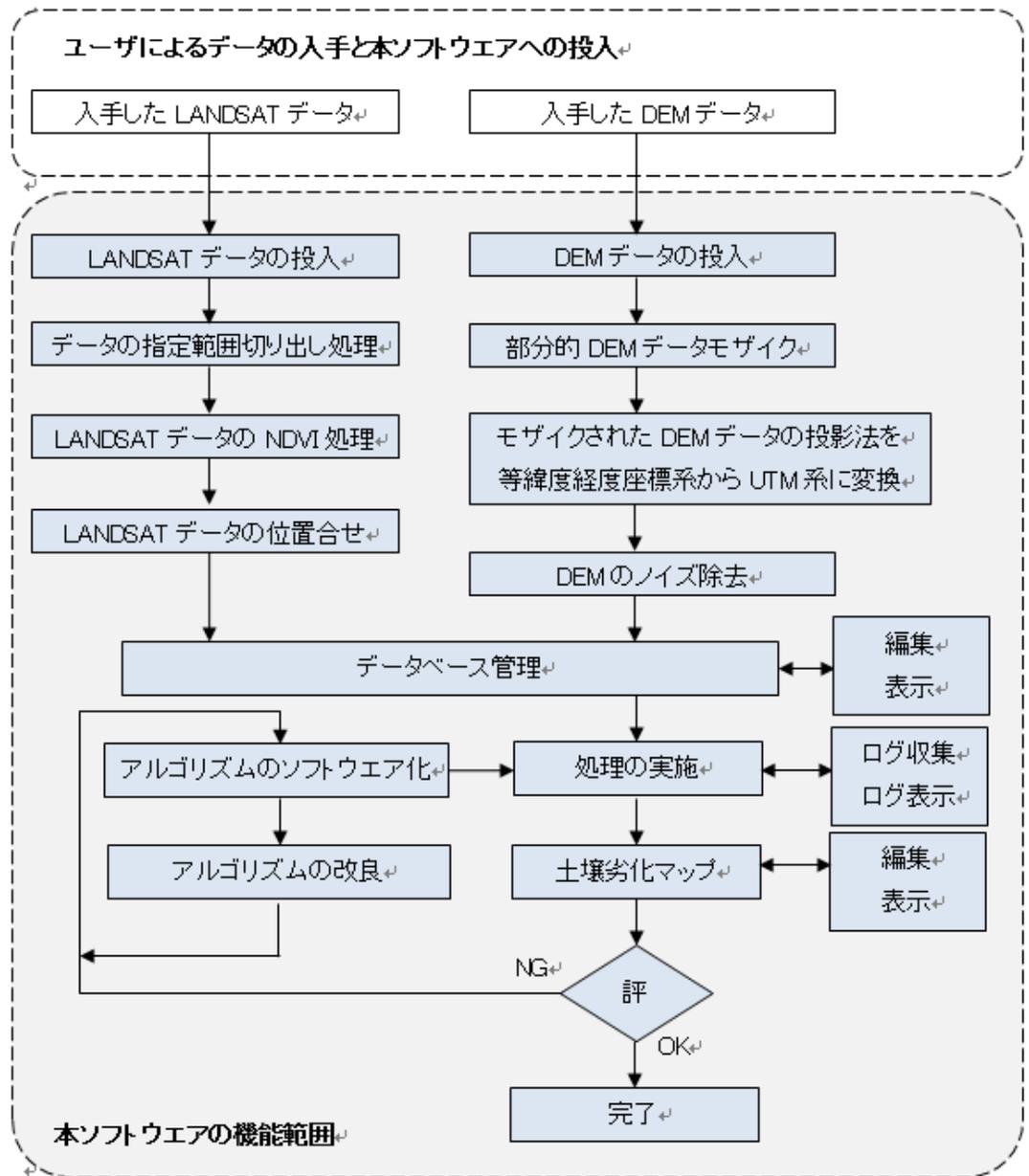
(株) インフォサーブにて既に保有するノウハウを基に、LANDSATデータおよびDEMデータの位置合せ、切り出し、モザイク処理機能を開発した。加えて、DEMデータに関しては、投影法変換機能とDEMに発生するノイズ除去機能を開発し、これらを前処理機能としてソフトウェアに搭載した。

#### 2. 開発技術のソフトウェアへの実装

本研究にて開発したアルゴリズムをソフトウェアに搭載し、動作を検証し、エラーを修正し、問題が発生しないことを確認した。また、日本語表示の他に英語表示も可能にし、二か国語対応のソフトウェアにしている。

#### 3. 日本語マニュアル作成

本ソフトウェアのインストールからデータ入力、土壌劣化マップ作成までの一通りの操作に関わるマニュアルを作成した。



### ③ 「利用体制構築」

#### 実施内容及び主な研究開発成果

本件成果技術の利用促進を図るため、現地の土地所有者と西オーストラリア州農業政策関連機関を含めた利活用体制を構築する事を目標としている。

平成25年11日から15日にかけてオーストラリアのCSIRO(オーストラリア連邦科学産業研究機構)の農業部門、環境・ライフサイエンス部門、鉱山開発部門、および西オーストラリア州政府機関であるDAFWA(西オーストラリア州農業食糧機関)、DEC(西オーストラリア州環境保護機関)、Curtin Universityの研究者を訪問し、本研究開発の説明を行い、協力を依頼した。また情報交換を行い、現地での問題や現状を調査した。特にブリスベンにあるCSIROの農業部門では、本研究に関わるセミナーが開催され、本件の紹介・周知も兼ねて講演を行った。同時にこのセミナーを通じオーストラリアにおける土壌劣化マッピングの現状について情報を収集した。

平成25年2月年度末に現地調査を行った際、現地の農家を一軒一軒訪問し、本件の説明と協力の依頼を行った。その後の現地農家とのコンタクトは電話を介す事がほとんどであるため、連絡はCSIROの鉱山開発部門の研究者が担当し、農家からの問い合わせや日本側からの依頼に対応している。

本研究開発の計画当初、二年目である平成26年度末に現地での実証実験を呼び掛ける目的で農業従事者とのワークショップの開催を計画していたが、諸般の事情により開催を見送らざるを得なくなった。この代替策として、現地の研究者および専門家と相談し、現地の農業団体を介して情報の伝達を行うことにした。DAFWAの専門家から、現地農業団体であるFarcy Groupが紹介された。この地域全体の農家とのコンタクトを依頼し、成果物である土壌劣化マップの普及も依頼した。

平成26年2月の現地調査、および現地農業団体を通じて広めた土壌劣化マップへの現地ユーザからのコメントでは、

「このようにきめ細かな情報は初めてである。」

「土壌の劣化に気づいていなかった。早速、酷い塩害だとされた圃場の主に連絡してみる。」

「利用者側からの希望を言えば、どこが誰の圃場かすぐ分かるように、情報提供の際には、マップ上に道路等のGIS情報を重ねて表示してもらえると分かりやすい。欲を言えば、圃場ごとのポリゴンを重ねて表示すれば使い勝手が良い。」

などである。更に、Jilakin湖付近の農家からは、

「もし、全域の土壌劣化マップが公開されれば、それをもって連邦政府に強く現状を訴えられるかもしれない。」

と、今後の展開に期待する声も出ている。

このように、現地農業団体を通じた間接的な情報のやり取りになったため、当初計画に比べ現地ユーザである土地所有者との交流に時間を要するが、現時点でも日豪間でコンタクトはとりあっており、プロジェクト終了後も交流を継続していく方針である。



図4: 西オーストラリア州における利用体制

# その他の研究開発成果

これまで得られた成果 (特許出願や論文発表数等)	特許出願	査読付き 投稿論文	その他研究発表	実用化事業	プレスリリース・取材対応	展示会出展
	国内：0 国際：0	国内：0 国際：1	国内：5 国際：2	国内：1 国際：1	国内：0 国際：0	国内：0 国際：0
	受賞・表彰リスト					

## 成果展開の状況について

本研究開発の成果は、大規模穀倉地帯での利用を目指しているため、将来大量のデータを処理する事を想定し、(株)インフォサーブにて本研究開発手法のソフトウェア化を行い、情報提供ソフトウェアを作成した。このソフトウェアではダウンロードした衛星データの前処理から、開発されたマッピング手法の実行までを通して行うことが可能である。当面は(株)インフォサーブにて本ソフトウェアを使用した土壌劣化マッピングを行い、情報を提供する予定である。

本研究開発の対象地域である西オーストラリア州Wikepinの農家等の土地所有者に対し、農業団体を通じて本研究で作成された土壌劣化情報を提供し、成果の普及を行っている(写真1、2)。本研究開発の成果に対し、現地の農業団体および土地所有者からは、驚きを伴った高い評価が寄せられている。また、土壌劣化マップを製品として提供する際の、ユーザからのニーズも寄せられている。これら新たに出来たユーザの声は今後の研究開発計画に活かす予定である。

また、今後Wikepinだけでなく、その他の地域の農業団体にもDAFWAを介して接触をし、成果の利用拡大を図りたい。同様に、他の国々でも展開できるように他国関連機関との接触を始めている。



写真1：現地の農家との情報交換の様子  
植林した木々が枯れないよう、排水溝を掘る対策をとっていると語る。



写真2：現地での成果普及の様子

# その他の研究開発成果

## 今後の研究開発計画

### ①ユーザーからの要望への対応

現地ユーザより、「土壌劣化情報を提供する際に、GIS情報（道路や街）と重ね合わせたり、圃場の区画やその所有者名などを表示させて提供されると便利だ。」とのコメントがあった。今後、情報提供の仕方として、ユーザにとっての利便性向上を検討する計画である。

### ②実証試験

本研究開発では、成果物である土壌劣化マップの現地ユーザに対する普及を行い、ユーザからの評価を受けた。今後は土壌劣化マップに基づいた対策を、実際に現地の土地所有者にとってもらい、その効果を評価したい。

### ③国際展開

#### a. 対象地域の情報収集

西オーストラリア州の穀倉地帯だけでなく、今後国際的に展開する際に、各地の大規模穀倉地帯の現状を調査し、土壌の特徴を把握する。その結果によっては土壌劣化の分類項目を細分化したり、きめ細かな土壌劣化情報を提供できるようにしたい。

#### b. 海外関連機関との関係構築

他の国々での研究開発実施のために、現地の研究所や大学等の専門機関との関係構築を始める。また、専門家だけでなく、現地の農家等の土地所有者とも情報交換を行い、土壌劣化マッピングの更なる展開を進めていきたい。

# 事後評価票

平成28年3月末現在

1. 課題名 大規模穀倉地帯における土壌劣化マッピング手法の確立と情報提供ソフトウェアの開発
2. 主管実施機関 国立大学法人東京大学
3. 共同実施機関 株式会社インフォサーブ
4. 事業期間 平成25年度～平成27年度
5. 総事業費 41百万円
6. 課題の実施結果
(1) 課題の達成状況
「所期の目標に対する達成度」 三つの実施項目それぞれにおいて、所期の達成目標を達成していると言える。 ①土壌劣化マッピング手法の確立 土壌劣化の初期段階の検知を達成目標に挙げている。本件では、小麦の大規模穀倉地帯の一つである西オーストラリア州を対象とし、対象地域の土壌劣化が地形によってコントロールされる事実に着目し、SRTMDEM (ShuttleRadar Topography Mission Digital Terrain Model) を用い土壌劣化をその要因と共に分類した。その結果、特に塩害に関しては従来リモートセンシングでは捉えることのできなかつた低濃度エリア（電気伝導度 $EC_{1:5}$ で 2500mS/m 以下）での検知ができています。具体的には初期の塩害が発生する 25mS/m 程度から捉えることが出来ています。また土壌特性を分析した数値に基づいて設定した項目、健康な土壌 ( $EC_{1:5}$ で 25mS/m 未満)、初期塩害化発生 ( $EC_{1:5}$ で 25mS/m 以上 100mS/m 未満)、塩害進行域 ( $EC_{1:5}$ で 100mS/m 以上 3000mS/m 未満)、湛水害・塩湖 ( $EC_{1:5}$ で 3000mS/m 以上)、風食・水食による土壌流出 ( $EC_{1:5}$ で 25mS/m 未満) での分類精度は、総合分類精度で 90% を超えている。また汎用性の検証目的で、本アルゴリズムをそのままに、条件の異なる他地域に適用した結果、総合分類精度で 80% を超す精度を示し、他地域での汎用性を持つ可能性を示すことができた。 ②情報提供ソフトウェアの開発 情報提供ソフトウェアの開発を目標に挙げている。本研究にて開発されたアルゴリズムを搭載したソフトウェアを開発した。本ソフトは二か国語（日本語と英語）対応である。また動作を検証し、Windows7 で問題なく作動する事を確認した。日本語のみではあるが、マニュアルを作成した点は、今後成果の利活用を促進するためにも評価できる。今後、英語マニュアルは作成する予定である。

### ③利用体制構築

成果の利用促進を図るため、対象地域である西オーストラリア州の穀倉地帯にて、政府機関、利用者を含めた利用体制を構築することを目標に挙げている。対象地域において、政府機関、農業団体、農家から成る利用体制を構築し、プロジェクト終了後も日本側との交流は継続している。

#### 「必要性」

国益確保および社会的価値の点で本研究課題には必要性があると言える。

まず、国益確保の観点から、将来的に、塩害による土壌劣化が問題となる地域において本件の成果を用いた作付・管理を適用すれば、生産量の向上が期待できるため、1) 安定した穀物輸入量、2) 穀物価格高騰の抑制、に寄与できる可能性がある。また、開発途上国への支援策として用いれば、穀物生産性の向上を可能にし、3) 我が国の国際貢献事例となり得る。更に、土壌特性に応じた樹種を選定し植林すれば土壌劣化の防止や樹木による土壌の固定や流出防止を通じ、4) 砂漠化の防止や世界的な気候変動に与える影響の軽減にも寄与できる技術である。

上記は、社会的価値（安心安全で心豊かな社会等）の創出にも共通する。

#### 「有効性」

国内の企業であり共同実施機関である（株）インフォサーブにおける事業化につながった。具体的には、土壌劣化マップの販売事業を行う予定であり、現在そのための準備として各国・地域ごとのニーズを調査している。

現地のユーザの反応および評価では、本件成果のインパクトはあったと言える。しかしその有効性を実証するための試験はプロジェクト実施期間の三年間では完了しておらず、今後の現地ユーザ自身による対策の結果待ちになっている。プロジェクトの成果をうけて、塩害が進行しているとされた圃場では輪作パターンを変える、塩湖の近くの圃場では排水溝を掘るとのことである。現地ユーザー側にコストが発生する事案であり、プロジェクト終了後も日本側からも働きかけを行い、利用者と（株）インフォサーブを始めとするサービス提供者との協働が期待される。

#### 「効率性」

計画・実施体制の妥当性：

本研究開発において、オーストラリアの研究機関であるオーストラリア連邦科学産業研究機構（CSIRO）、西オーストラリア州農業食糧機関（DAFWA）、西オーストラリア州環境保護機関（DEC）は本プロジェクト正規の共同研究機関とならなかったが、現地における利用体制構築に関しては個々の研究者・専門家レベルで無償での協力が得られた。相手国の政府機関の研究者・専門家であるため、現地の農家や農業団体への接触は非常に円滑になり、実施体制として妥当であったと言える。

費用対効果：

ソフトウェア開発において、既にインフォサーブが保有している技術・ノウハウを衛星データの処理

に活用したため、ソフトウェア開発費が低コストに抑えられている。

## (2) 成果

### 「アウトプット」

三つの実施項目それぞれにおいて、以下の成果を得た。

#### ① 土壌劣化マッピング手法の確立

土壌劣化マッピング手法を開発した。具体的には、土壌の分析値に基づいて設定した分類項目、健康な土壌 ( $EC_{1:5}$  で 25mS/m 未満)、初期塩害化発生 ( $EC_{1:5}$  で 25mS/m 以上 100mS/m 未満)、塩害進行域 ( $EC_{1:5}$  で 100mS/m 以上 3000mS/m 未満)、湛水害・塩湖 ( $EC_{1:5}$  で 3000mS/m 以上)、風食・水食による土壌流出 ( $EC_{1:5}$  で 25mS/m 未満) での分類精度は、教師データおよび検証用データ共に、総合分類精度で 90% を超えている。

また汎用性の検証目的で、本アルゴリズムをそのままに、条件の異なる他地域 (スペイン・アラゴン州) に適用した結果、総合分類精度で 80% を超す精度を示し、他地域での汎用性を持つ可能性を示すことができた。

#### ② 情報提供ソフトウェアの開発

(株) インフォサーブにて既に保有するノウハウを基に、LANDSAT データおよび DEM データの位置合せ、切り出し、モザイク処理機能を開発した。加えて、DEM データに関しては、投影法変換機能と DEM に発生するノイズ除去機能を開発し、これらを前処理機能としてソフトウェアに搭載した。

次に、本研究にて開発したアルゴリズムをソフトウェアに搭載し、動作を検証し、エラーを修正し、問題が発生しないことを確認した。また、日本語表示の他に英語表示も可能にし、二か国語対応のソフトウェアにしている。

また、本ソフトウェアのインストールからデータ入力、土壌劣化マップ作成までの一通りの操作に関わるマニュアルを作成した。

#### ③ 利用体制構築

本件成果技術の利用促進を図るため、現地の土地所有者と西オーストラリア州農業政策関連機関を含めた利活用体制を構築した。日本側は現地政府機関である CSIRO、DAFWA、DEC に相談しながら、現地農業団体を通じて個々の農家とコンタクトをとりあっている。プロジェクト終了後も交流を継続していく方針である。

### 「アウトカム」

成果物である土壌劣化マップを目にした現地の土地所有者らからは、高い評価を受けており、今後の土壌劣化対策に対する期待も寄せられている。本研究成果が一つの好機となったと考えられ、インパクトはあったと言える。

### (3) 今後の展望

世界各地の大規模穀倉地帯における成果物の利用促進を計画しており、具体的には、(株)インフォサーブにて開発したソフトを利用し、土壌劣化マップを作成する。西オーストラリア州の関係者と交流を継続し、情報の活用を進めていく予定があり、更なる展開を期待したい。現在、スペインと南アフリカの関係機関から協力的な返答を得ている。また、現地政府関係者などとの連携は重要であり、今回の成果のデモンストレーションなどの告知活動にも期待したい。なお、このような活動を持続的なものにするためには、利用者が対価を負担することができるような価値作り、ビジネスデザインも重要である。今後はその点についての検討、設計も期待したい。利用者負担、政府負担、ODA などによる国際協力など、対象地域、ユーザによってビジネスモデルも変化するため複数地域での取り組みが期待され、そのためにも、今後も要すれば主管実施機関のみならず、関係機関の支援も必要ではないかと考える。

また、途上国の土壌改善と土地生産性向上に貢献できるよう、我が国の ODA などの国際協力における開発した手法の活用機会を模索していきたい。

### 評価点

B

評価を以下の5段階評価とする。

S) 優れた成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に著しく貢献した。

A) 相応の成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に貢献した。

B) 相応の成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に貢献しているが、一部の成果は得られておらず、その合理的な理由が説明されていない。

C) 一部の成果を挙げているが、宇宙航空利用の明確な促進につながっていない。

D) 成果はほとんど得られていない。

### 評価理由

土壌劣化の初期段階を定量的な基準に基づき推定でき、分類精度も総合分類精度で 90%を超えるなど、土壌劣化をマッピングする精度の高いソフトウェアを開発し、成果を挙げている。また、西オーストラリア州における利用体制は既に構築されており、実利用への期待も大きい。以上より、本課題は、相応の成果を挙げ、宇宙航空利用の促進に貢献している。

一方で、実施期間である三年の間では土壌劣化マップを基にした土壌劣化対策をとり、その効果を評価するなどの実証試験を実施するには時間的に短く、その波及効果を明示することまではできていない。また、本成果の今後の展開が不透明であるため、利用者が対価を負担することができるような価値作り（ビジネスデザイン）、ODA などによる国際展開をはじめとする社会貢献の取組が期待される。