

# 国際耕種の GIS 活用事例

## 第 1 回：はじめに

これまで我々は、海外及び国内におけるさまざまな業務の中で、GIS (Geographic Information System; 地理情報システム) をユーザーの立場から活用してきた。GIS に関しては以前にも連載しているが(創刊号～第 6 号)、この新シリーズではその後我々が関わってきたいくつかの事例を紹介するとともに、その中から学んだことや GIS 活用上で注意すべきこと等について考えていきたい。

GIS は地図情報と統計データがリンクされたデータベースであり、地理的(空間的)解析を効率的に行うことができる。たとえば、ある地域の状況をさまざまな主題図のもとに視覚的に表示することによってその地域の特徴を全体的に把握したり、あるいは特定の条件によって該当する地域を抽出したり、異なるレイヤーを重ね合わせること(オーバーレイ)によって新たな知見を得る等のさまざまな解析を行うことができる。こうした GIS の特徴を生かしてツールとして活用することによって、我々はこれまでに開発ポテンシャル(可能性)図や土地利用計画図を作成して地域開発計画策定のためのゾーニングに活用したり、対象地域の景観写真やその地点の土壌や水質データをリンクさせた自然資源の管理台帳作成等に利用してきた。下表にこれまでの国際耕種における GIS の主な活用事例をまとめた。

対象国	プロジェクト内容	GIS の活用事例
ジンバブエ	農業開発計画調査	土壌、植生、地形データ等の重ね合せによるゾーニング
パキスタン	灌漑用取水堰改修計画調査	リモセンデータ活用による土地利用図作成
タンザニア	全国灌漑マスタープラン調査	水資源、土壌、社会経済データの重ね合せによる灌漑ポテンシャル図作成
オマーン	マングローブ資源管理調査	マングローブサイトのリモセン画像、測量結果、モニタリング結果をリンクさせた DB システム作成
シリア	節水灌漑農業普及計画	灌漑面積や地下水水位データ等に基づく優先プロジェクト地域の判別

### 地図の一人歩きは危険

しかし一方で、GIS はとりあえず出力としてきれいな地図ができるため、ともすればその解析結果が「一人歩き」しがちである。たとえば、GIS 解析によってゾーニングされた境界線は、クライテリアの見直しやデータの追加・アップデート等によって変わりうるものにもかかわらず、絶対的あるいは確定的なものに見なされてしまうおそれもある。また、言うまでもなく使用するデータの精度も重要で、不正確な情報をもとに解析することは誤った結果を導くおそれが多分にある。特に途上国の場合は、精度が高く、欠損のないデータを入手することはえてして難しいことが多い。しかし逆に言えば、精度の高い情報が数多くあれば、正確で有益な解析ができるわけで、GIS の持つ一見華やかな地図出力の陰には、地道で正確なデータ集積が不可欠であることを再認識すべきである。

### オペレータ任せにしない(データを取る人と地図を作る人の距離を短く)

また GIS に限らず、データベース処理等でパソコンを利用する場合にもあてはまるが、データを集める人とそれを利用する人の「距離」がありすぎることが問題の一つだと言える。たとえば GIS の場合、自分で集めたデータを自分で入力して解析も行い、それが地図上にどういうふうに表示されるか自分で確かめられるようになれば、データ収集の意欲も湧いてくるし、必然的にデータの精度も上がってくる。しかし、現状では「分業制」の現実から、GIS ソフトを操作する専任のオペレータがいるのが通常であり、GIS ソフトの高度化や高価格化のために、ますます操作できる人が限定的なものになってきている。現在のような多機能で高度な解析ができる GIS ソフトを誰もが操作するということは現実的ではないかもしれないが、すべての解析操作をオペレータ任せにするのではなく、現場の最前線の人々がちょっとした解析に活用するということが GIS を利用する際に重要なポイントであり、またそれがデータの有効活用法を発見することにもつながる。

### データの共有に関して

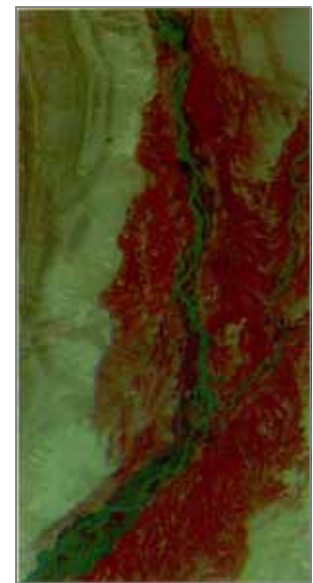
さらに、どんなに素晴らしいシステムを作りあげても、そのソフトを持っていない人や機関とはデータ共有ができないことも問題である。作成した GIS データベースをより広範囲の人によって共有し、活用するために、インターネット上で GIS データを公開し、共有してよりよい活用をしていくことも考えられる。

## 第2回:パキスタンでの事例

AAIニュースでは、これまでも折に触れGISに関連した記事を掲載してきた。リモートセンシング画像解析シリーズでは、衛星画像の入手、解析、業務への活用に関する概要を紹介した。さらに、データベースのミニ・シリーズでは、考えるツールとしてのGISを紹介した。本シリーズでは現場での活用事例を紹介することとし、今回はパキスタンでの事例を取り上げる。

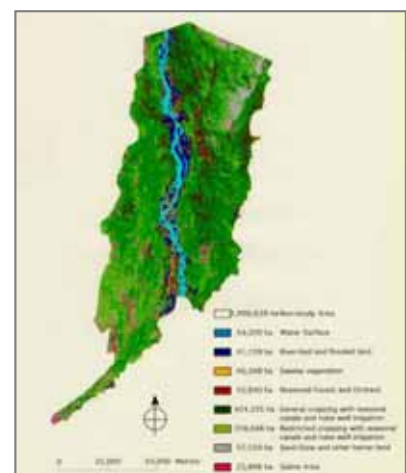
パキスタンは、国土の大部分が乾燥ないし半乾燥地帯にあり、農業生産には灌漑施設が不可欠な条件となっている。パンジャブ州は同国農業の中心地域であるものの、灌漑施設の老朽化による灌漑効率の低下が著しく、同分野での改善が強く求められている。全国で16カ所ある堰の一つであるタウンサ堰も老朽化が著しく、1997年から「タウンサ堰灌漑システム改修計画」の策定に係るF/S調査が実施された。調査対象地域の右岸側では、スレイマン山脈からの表面流出水による土壌浸食及び洪水が、左岸側では農地への移動砂丘の侵入が地域の農業発展に対する大きな障害となっている。また、灌漑地域内では湛水害及び塩害も大きな障害となっている。そこで、調査対象地域における移動砂丘や塩類集積地さらには湿地や自然林の分布を明らかにするために、衛星画像データと現地踏査の結果から現況土地被覆分類図を作成することとなった。

データの入手については、衛星の種類、センサーの種類、対象地域、観測年次等の条件を指定してデータ検索をリモートセンシング技術センターに依頼した。検索結果から希望するデータを選び出す。本件開発調査では、調査対象地域をカバーし隣り合うLANDSAT/TMデータを2シーン購入した。この隣り合う2シーンのデータを重ね合わせて1シーンとし、必要範囲を切り取る。次に、バンド4、3、2にそれぞれ赤、緑、青を割り当て、フォールスカラー画像を合成する。この画像では、植生の多い地域が赤く表示され、右の図からも河川の兩岸に灌漑農地が広がっている様子がわかる。土地被覆分類の解析手法として、まず最尤法による分類を試みた。最尤法は、土地被覆の各カテゴリーの代表的なエリアを画像上で数点選び出し、それらに近い特性を持つピクセルを選んで分類し、表現する方法である。しかしながら、この方法では森林植生が過大に表現され、また塩類集積地の分布も現実的でなかった。そこで次に、既存地形図、フォールスカラー画像、GPSを携行して、詳細な地上踏査を実施した。フォールスカラー画像上に表現された色の差と地上踏査による土地被覆の違いを確認するという作業を繰り返し、レベルスライス法で最も現実に近い現況土地被覆分類図を作成した。



調査対象地域の  
フォールスカラー画像

本活動を通して学んだことは、地図とGPSを片手にしつつ現場を歩き回ることの重要性である。当初、森林植生と湿地植生がうまく区分できなかったため、調査地域内に分布するほぼすべての森林に出向き、フォールスカラー画像上にマークした。次にパソコン上でマークされた部分が同一分類となるように試行錯誤を繰り返し、森林植生の分布を特定した。全く同様にして砂丘地と塩類集積地の特定も行った。こうした試行錯誤を通して感じたことは、現場踏査とパソコン上での解析は同じ人間がやるべきということである。衛星画像解析の大きな意味は、現地踏査によって得られた情報を正確に画像上に表現することである。また、ここでは調査対象地域の画像から灌漑システム地域だけを抜き出すことにより、ピクセルの数からカテゴリー毎の面積が即座に解析できるようにした(MFWorksソフトの利用)。こうすることにより土地利用図や森林分布図に示されている既存面積統計等からの検証も可能となる。つまり、分布的には現実的な地図が出来上がっても、面積的に合わない場合には更なる調整を行うという選択肢が得られることになる。



詳細地上踏査の結果をもとに作成  
した現況土地被覆分類図

### 第3回:タンザニアでの事例

タンザニア国において1994年に策定された国家灌漑開発計画は、その後の低い実施進捗度とタンザニア開発ビジョン、農業畜産政策、農業セクター開発戦略等の上位計画との整合性を図る必要性から、その計画を見直す必要性が生じてきた。こうした状況の中で、2001年にタンザニア政府は国家灌漑開発計画の改訂版である全国灌漑マスタープランの策定を我が国に要請してきた。その結果、タンザニア本土及びザンジバルを対象とした灌漑マスタープランの策定、モデル地区及び課題に係る行動計画の策定、事業実施に当たりボトルネックとなる項目に対する実証を目的とする調査が実施された。この開発調査においては、GISを用いて水資源、土地資源、社会経済状況に基づいた灌漑ポテンシャル地域の分布図を作成し、灌漑マスタープランの策定に役立てた。

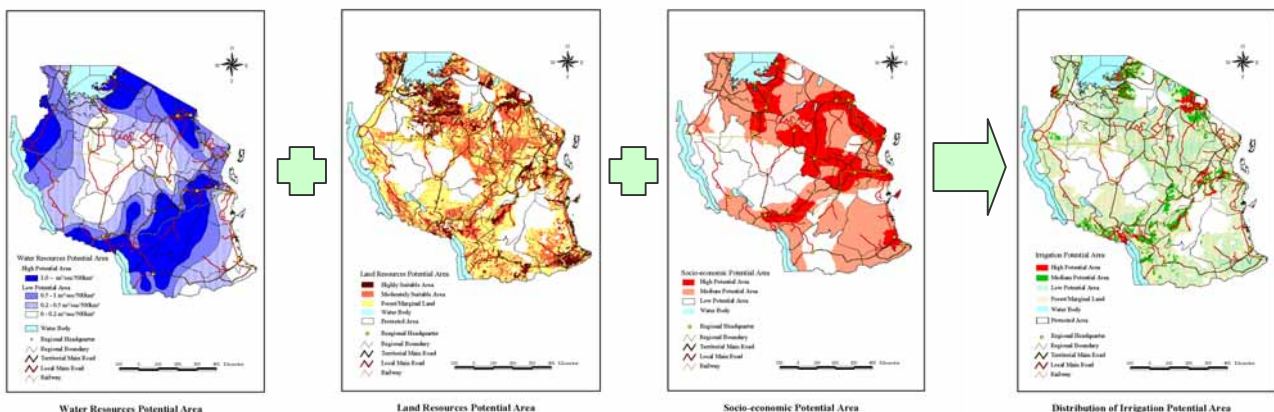
灌漑ポテンシャル地域の分布図は、水資源、土地資源、社会経済状況の各ポテンシャル図を重ね合わせることで作成した。これらのポテンシャル図作成方法の概要を以下に示す。

ポテンシャル図	作成方法の概要
水資源	全国143地点の流量データから全国レベルの比流量図を作成し、ポテンシャル評価に活用した。
土地資源	土地被覆図、保全地域分布図、地勢図、土壌図を重ね合わせて、土地資源ポテンシャルを評価した。
社会経済	人口密度、道路密度、食糧の不足度、舗装道路からの距離等の情報を基に社会経済ポテンシャルを評価した。

このようにして作成した各ポテンシャル図を重ね合わせて、水資源、土地資源、社会経済的に恵まれた地域からすべてに恵まれない地域まで灌漑ポテンシャルを3段階に分割した図を作成した。尚、保全地域等は開発の対象とはならないため、別扱いとした。

今回の試みでは、開発調査実施時点で既存の利用可能なGISデータを最大限に活用しつつ、関連統計から得られたデータ等をGIS上に展開したものを加えて、全国レベルでの灌漑ポテンシャルの分布をひとつの事例として示したものである。こうして作成した地図はポテンシャルの分布をパターン化して示したものであり、全国レベルでの傾向を把握するための材料と考えられる。個々の地点のポテンシャルを評価するには、より詳細な地形図や土壌図等による解析が必要となる。ところが、全国レベルの地図が農業祭等のイベントにおいて展示された場合、ポテンシャルの低い地域に分類された村の住人から苦情が出たという事実がある。GIS解析によってゾーニングされた境界線は、クライテリアの見直しやデータの追加・アップデート等によって変わりうるものである。しかしながら、一度地図として表現されてしまうと、絶対的あるいは確定的なものと思われてしまう恐れがあるということであり、この点には細心の注意を払う必要があるということ強く感じた。こうした地図の場合には境界線をぼかすといった作成者側の工夫も必要なのかも知れない。

今回のポテンシャル図の作成に当たっては、全国レベル地理情報の充実度を考慮してダルエスサラーム大学の協力を得た。しかしながら農業省等組織によっては、異なった座標系や投影法を用いてGIS解析を行っているため、今回の成果をより発展させていくという動きにつながりにくい。つまり、情報の共有化に向けた地理情報システムの統合的な管理が必要となっている。本開発調査実施中にも、そうした動きの一環としてのワークショップが開催されていた。今後こうした動きが加速されて、異なった組織間での情報の共有化が進むことも重要なことと考えている。





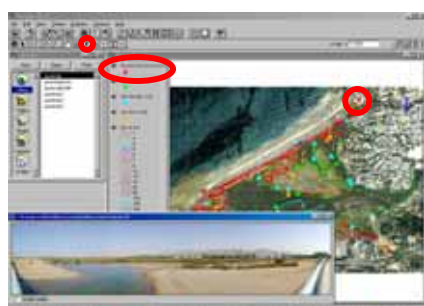
## 第4回:オマーンでの事例

オマーン国におけるマングローブ林は海岸侵食防止、木材・薪炭材及び非木材林産物の供給、水資源の涵養、生物多様性の保全、観光資源としての利用面から重要な機能を果たしている。しかしながら、長期にわたる周辺住民の薪炭材利用に伴う伐採や家畜の餌としての利用などにより、その面積は減少しつつある。国土の大半が沙漠であり淡水資源の乏しい同国では、汽水域においても繁殖可能なマングローブ林の植生拡大と持続的利用が重要な課題となっている。このような背景を基に、マングローブ林の再生・保全・管理に係るマスタープラン作成のための開発調査が実施された。本調査においては、サイト毎の自然社会条件調査とそれに基づく森林機能による類型化を行い、類型化されたサイトについて開発形態別の管理計画を策定した。さらに、サイト毎の将来的なモニタリング実施計画も策定した。様々な分野で得られた調査結果をモニタリングのためのベースラインデータとして取りまとめ、これらを地図上に展開するために GIS を活用した。

データの種類は下に示すように多岐にわたっているため、同種のデータをフォルダー内に収めて各ファイル名の先頭にはサイト名を被せることを原則とし、データの格納に一定の規則性を持たせた。

メイン・ディレクトリ	サブ・ディレクトリ	ファイル	
マングローブ	プロジェクト	ArcView で作成したサイト毎のプロジェクトファイルならびに各サイトの分布図	
	イメージ	イコノスあるいはランドサットによる各サイトの衛星画像	
	データ	既存林	GIS セクションが作成した既存林のポリゴンデータ
		一般	行政区分、人口、道路網、主要都市の分布といった一般情報
		動植物相	サイト毎の動植物相の現況に関する記述
		マップ	サイト毎の地形測量結果(本開発調査の下請契約として実施された)
		パノラマ	サイト毎の定点観測地点から撮影したパノラマ写真
		フォト	サイト毎の特徴的な景観、マングローブ林、土壌条件等の写真
		土壌分析	サイト毎に採取した土壌試料の土性、土色、硬度、ならびに地下水の状況
		土壌断面	サイト毎に掘削した試坑の土壌断面に関する記載
		毎木調査	サイト毎に選定した試料木の樹高、胸高直径等の毎木調査結果
		樹木写真	サイト毎に毎木調査を実施した試料木の遠景及び近景写真
水質分析	サイト毎に採取した水試料の分析結果(色、酸度、塩分、温度、溶存酸素等)		

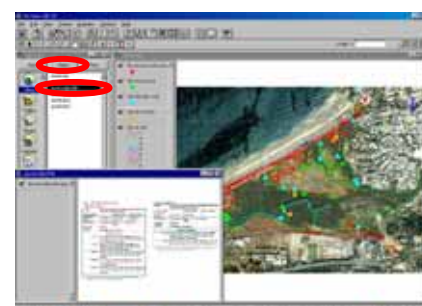
GIS としては、合計21ヵ所の調査サイトが沿岸部の5ゾーンに分布するため、全てのサイトあるいはゾーン毎のサイトの分布を表示した画面から、対象サイトを選定することによって各サイトのプロジェクトファイルに飛べるような構造とした。サイト毎のプロジェクトファイルとしては、衛星画像上に地形測量結果を重ね合わせたものを背景として配置し、その画面上にパノラマ写真撮影ポイント、試料木の位置、土壌および水試料採取地点の分布を示した。各地点を選定してインフォメーションボタンを押すことにより、毎木調査ならびに土壌・水分析結果が表示される。また、ホットリンクボタンを押すことにより、パノラマ写真や樹木写真が表示される。さらに、ビューリストから動植物相、フォト、土壌断面を選択することにより、それぞれに関する画像や記述が表示される。下にいくつかの例を示す。



パノラマ写真の表示



水質分析結果の表示



土壌断面記載の表示

本活動を通して学んだことは、既に本シリーズの第1回で述べたように、データ収集と収集データの GIS による表示の距離を短くすることである。同一スタッフが両方の作業に加わるのが理想であるが、別のスタッフがそれぞれの作業を実施する場合でも、緊密な情報交換が必要である。GIS の構築に当たっては、データ収集スタッフによる綿密な検証作業が不可欠と考えられる。また、今回はベースラインデータを地図上に展開するために GIS を活用したが、引き続き実施されるモニタリングデータの収集に伴って、経時変化を表示させるといった改良が必要となる。このように、GIS は完成したらそれで終わりというのではなく、モニタリングの進捗に合わせて随時進化させるという考え方が大切である。さらに、本プロジェクトにおいては、GIS ソフトを持っていない人や機関とのデータ共有促進が重要と考え、インターネットマップサーバーの活用を視野に入れた活動を展開している。

## 第5回:シリアでの事例

国土の大半が乾燥地に属するシリア国では農業生産性の向上や安定化のためには灌漑が不可欠であり、灌漑農地面積は増加してきている。また、人口増加や生活様式の変化に伴う一人当りの水需要の増加や工業化等により水需要が拡大している。このためシリア国では深刻な水資源不足を背景に、特に全水使用量の80%以上を占める農業分野での利用量を減らすことが最重要課題の一つとなっている。しかし、節水灌漑技術導入の必要性や重要性は認識されているものの、具体的な方策や戦略が欠けているために節水を実現する実効ある行動が伴っていないのが現状である。そこで、節水灌漑普及の実態や制約要因の調査及び解析を行い、さらにそれらをもとに節水灌漑導入のための具体的な提言を行うとともに、試験研究、普及活動、農家支援政策などに対する助言や指導を行うための専門家派遣が実施された。本業務において、節水灌漑導入のためのパイロット地区選定の一助とするために、水資源の状況や灌漑農地の分布及び節水灌漑の導入面積等を考慮した、優先地区選定手法の検討を行うためにGISを活用した。

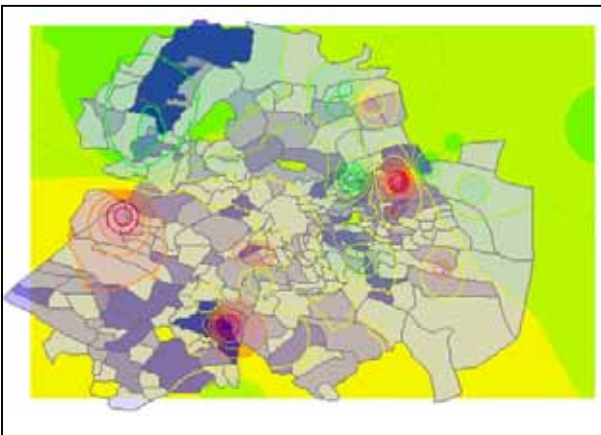
優先地区選定にあたって、村毎の作物別栽培面積や全灌漑面積、ドリップ及びスプリンクラー灌漑面積等の統計データと村落境界入り行政区分図等の地図情報をリンクさせたGISデータベースを活用して、右のように緊急性、必要性、可能性等の要因を判断基準として地区を選定した。下図に解析結果例を示したが、左図では地下水位低下の程度と灌漑面積の大きさを重ね合わせて、節水対策の緊急度の高い地域を選定した。また、右図では灌漑面積が一定以上あり、かつ節水灌漑の導入率が低い地域を抽出して、今後節水灌漑導入していく必要性の高い地域を選定した。

ここで留意すべき点は、GISデータベースに用いた関連情報の有無とその精度である。使用したデータは、灌漑局が実施した全国灌漑状況調査データや、農業普及局が管轄する普及所の農業生産データ等である。最も苦労したことの一つは、正確な情報がないこと及びあっても不正確あるいは不揃い(ある地域はデータがあるが別の地域ではない等)であることだった。GISデータベースの当初の目的は節水灌漑導入のための優先地区選定のツールとすることだったが、不正確な情報をもとに解析することは誤った結果を導くおそれがある。したがって全体のデータ精度が低い場合は、ピンポイント的に地区の絞り込みをするというより、おおまかに地区全体の傾向をつかむという使い方が適切だと思われる。逆に言えば、精度の高い情報が数多くあれば、正確で有益な解析ができるわけで、GISはとりえず出力としてきれいな地図ができてしまい、ともすればその解析結果が「一人歩き」しがちだが、GISを利用する際はデータの質的・量的な改善及び蓄積(質の良いデータをなるべくたくさん集めて入力すること)がキーポイントであることを理解し、またそれが実際に担当部署でできることが非常に重要である。このGISデータベース作成にあたって、GISの持つ一見華やかな地図出力の陰には、地道で正確なデータ集積が不可欠であることを再認識させられた。

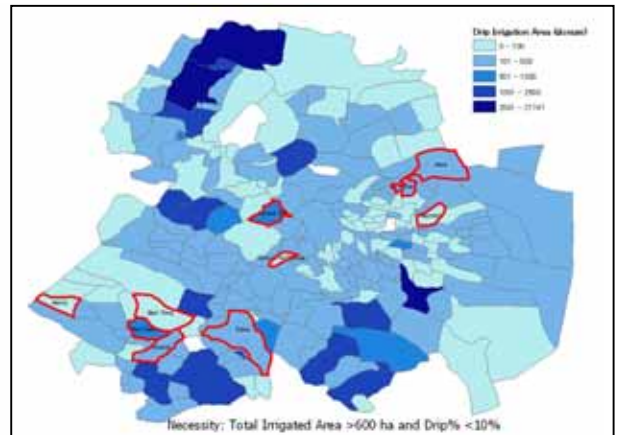
### 節水のための優先地区の選定基準

選定基準	因子
緊急性: 緊急に何らかの対策が必要な地域	全灌漑面積が急激に増加している地域
	井戸灌漑面積の増加が著しい地域
	地下水位の低下が著しい地域
	水収支のアンバランスが大きい地域
必要性: 節水灌漑導入の促進が必要な地域	節水灌漑普及率の低い地域
	灌漑水を大量に使用している地域 (全灌漑面積の多い地域あるいは水使用量の大きい作物の多い地域)
	井戸灌漑面積や井戸灌漑率の大きい地域 (地下水への依存度が大きい)
可能性: 節水効果が見込める地域	夏作栽培面積が広い等、節水灌漑による節水可能水量が大きい地域
	灌漑水を大量に使用している地域
	節水灌漑面積の少ない地域

#### 緊急性:地下水位低下と灌漑面積分布の重ね合せ



#### 必要性:灌漑面積が広く、節水灌漑導入率が低い地域



## 第6回：今後の技術協力におけるGISの活用

これまでの事例で示してきたように、我々は農業農村開発分野を中心とした様々な技術協力活動においてGISを活用してきた。その中で、GISの有効性やGISを使う上での留意点を数多く学んできた。今回は本シリーズの最後に当たるため、どうすればこうした貴重な経験を今後の活動に生かして行くことが出来るかを考えてみたい。

それぞれの事例に示したように、土地被覆図や灌漑ポテンシャル図を作成したり、各種の情報を地図上に表示したり、様々な条件から優先地区を選定したりする場合に、GISを有効に活用してきた。これらは、各技術協力活動の中でGISというツールを直接に役立ててきた事例であり、今後とも様々な場面での有効利用が考えられる。同時に我々は途上国でGISを利用する中で多くの問題点にも直面しており、こうした経験を逆に今後の活動にうまく生かしていけるのではないかと感じている。

例えば、シリアでの事例に示したように、多くの途上国においては地図上に展開すべき情報が不正確あるいは不揃いであることが多い。従って、GISの有効活用を促進するには、現場での情報収集と中央での情報管理を効率よく実施するための情報収集管理システムが必要となる。逆説的に考えれば、GISを導入することは情報管理体制の強化につながることになる。実際に、タンザニア全国灌漑マスタープランにおける実証調査では、地方事務所で入手した情報を中央に新設された部署が管理し、地図として出力する体制を提案した。この場合、地方事務所にしてみれば精度の高い情報を提供するほど、地域理解に有益な地理情報が得られることになる。従って地方事務所は、より精度の高い地図出力を求めて地道で正確な情報収集を実施するように心掛けることになる。これは途上国にGISを導入するひとつのメリットになり得る。

また、出力された地理情報の精度を高め、より有効に活用していくためには、情報収集と地図出力との距離を極力短く保つ必要があることを強調してきた。オマーンでの事例に示したように、GISによるアウトプットに対しては情報収集者による綿密な検証作業が不可欠である。こうした地道な検証作業なしに、地理情報の精度を保つことは出来ない。またタンザニアでの事例に示したように、出力地図にはその使用目的が常に明確に示されていなければならない。例えば、統計データ等を地図上に展開することにより、全体的な傾向を把握したり開発の方向性や活動の指針を考えたりする場合に役立てることが出来る。この場合、個別に収集した情報を大きな広がりの中に分かり易く表現できるように、行政官等への説明には極めて有効な材料を提供することになる。ところが、このタンザニアの例では同じ材料を現場の農民に提供しても、そのままでは彼等にとっての利用価値は低い。これも逆説的に考えれば、GISの特徴を生かしてこれをひとつのツールとして有効に活用して行こうとする場合には、出力された地理情報を誰が何のために使うのかを関係者が真剣に検討するようになる。これもまた、途上国にGISを導入する場合のひとつのメリットと考えられる。

このように今後の技術協力においては、幅広いGISの活用場面が考えられる。ここで忘れてならないことは、本シリーズを通して強調してきたように、GISの持つ一見華やかな地図出力の陰には現場での地道な情報収集や現場からの正確な情報提供が不可欠であるということである。また、GISはとっつきにくいソフトであり、誰もが気軽に操作することは困難である。だからといって、操作をオペレータ任せにする限りGISの持つ可能性を十分に生かすことはできないことも既に述べた。GISは複数の情報から利用可能なデータの抽出・関連付けを行いそれを表現するツールであって、その表現方法にはオペレータだけでなく情報収集者や利用者等の意見が反映されるべきである。そのためには、現場や最前線の人々がちょっとした解析にGISを活用するといった姿勢や、利用者の意見がオペレータに届くような工夫が大切になる。GISを使ってひとつの地図出力をすればそれで終わりというのではなく、情報収集の進捗に合わせて随時進化させ最終受益者の要望に近づけていくという考え方が重要である。つまり、出力をめぐって事業実施者や地域住民等さまざまな受益者が意見を戦わせるプロセスが活性化されれば、それはGIS導入の極めて大きな波及効果ではなかるうか。こうしたことを忘れずに、今後の活動にもGISを有効に活用して行きたい。