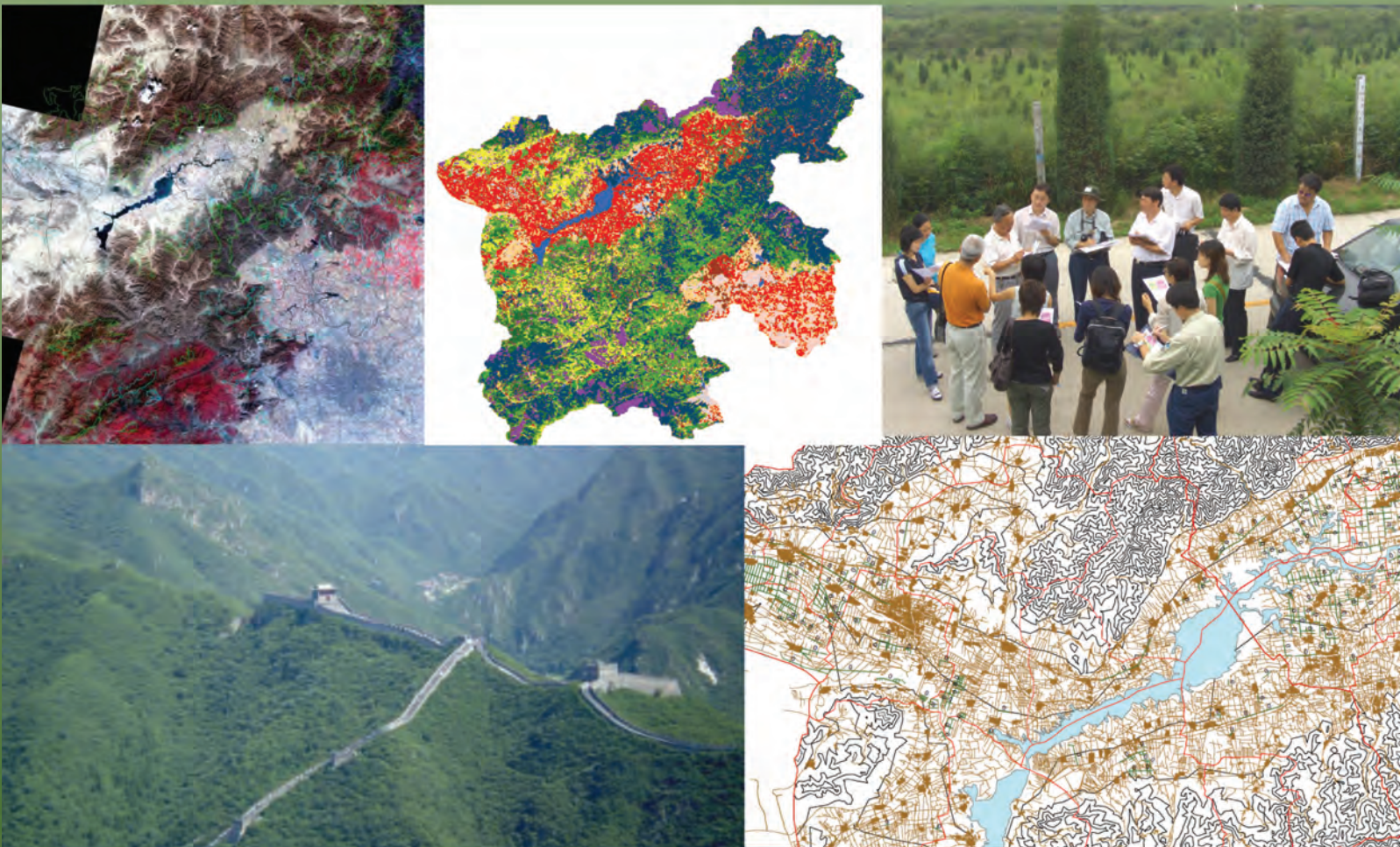


中華人民共和国 首都周辺風砂被害地域植生回復モデル計画調査 森林植生回復基本計画作成ガイドライン



2010年2月

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

中華人民共和国首都周辺風砂被害地域植生回復モデル計画調査共同企業体

社団法人 海外林業コンサルタント協会

朝日航洋 株式会社

| |
|--------|
| 環境 |
| JR |
| 10-015 |

中華人民共和国

首都周辺風砂被害地域植生回復モデル計画調査

森林植生回復基本計画作成
ガイドライン

2010年 2月

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

首都周辺風砂被害地域植生回復モデル計画調査 共同企業体

社団法人 海外林業コンサルタント協会

朝日航洋 株式会社

目 次

| | |
|---|----|
| <u>基本計画作成ガイドライン</u> | 1 |
| 1 ガイドラインの目的 | 1 |
| 2 ガイドラインの構成 | 1 |
| 3 ガイドライン | 2 |
| 3.1 森林現況の把握 | 2 |
| 3.2 要改良森林域の特定 | 5 |
| 3.3 自然的・社会的立地条件の把握 | 6 |
| 3.4 適地適木の原則に沿った森林回復の為の施業の類型化（施業 ID） | 8 |
| 3.5 森林域の現況、社会的立地条件に即した施業 ID の調整 | 9 |
| 3.6 森林整備に必要な事業規模と費用の推計 | 11 |
| 3.7 森林整備の目標の提示 | 12 |
| | |
| <u>森林植生回復基本計画策定マニュアル</u> | 14 |
| 1. 開発調査「首都周辺風砂被害地域植生回復モデル計画」の概要と本マニュアルの位置づけ | 16 |
| 2. 基本計画の意味および目的 | 18 |
| 2.1 基本計画の目的 | 19 |
| 2.2 基本計画作成の手順 | 20 |
| 3. 衛星画像解析 | 23 |
| 3.1 衛星画像準備 | 23 |
| 3.2 教師データ、地表面の分類（衛星画像解析） | 34 |
| 4. 飛沙発生危険度分布 | 40 |
| 4.1 地表情報の読み取り | 42 |
| 4.2 風解析 | 47 |
| 4.3 飛沙発生総合危険度分析 | 53 |

| | |
|--|-----|
| 5. 森林現況および土地利用現況の把握 | 55 |
| 5.1 森林現況の把握..... | 55 |
| 5.2 非森林地帯の区画および施業対象地からの除外..... | 75 |
| 5.3 土地利用全体を現す GIS データベースの作成..... | 103 |
| 6. 何らかの施業による森林回復必要地（要改良森林域）の特定 | 108 |
| 7. 退耕還林・退草還林 農業・牧畜用地の植被回復 | 115 |
| 8. 自然立地条件等の解析及び地帯区分 | 120 |
| 8.1 自然条件分析..... | 122 |
| 8.2 林業地帯/森林域の経営目的に対応した地帯区分..... | 142 |
| 8.3 要改良森林域自然条件他の総合化..... | 145 |
| 9. 林業経営目的および自然条件の異なる場所毎の森林回復のための施業の検討 | 149 |
| 9.1 自然条件と施業方法の選択基準..... | 150 |
| 9.2 林業地帯毎の植栽計画樹種群の適用..... | 153 |
| 10. 要改良森林対象地現況による施業方法の調整 | 162 |
| 10.1 施業 ID の現況土地利用および林相による調整..... | 164 |
| 10.2 森林回復措置の植栽等と社会条件との調整..... | 166 |
| 10.3 里山集落域および奥山集落域..... | 167 |
| 11. 森林整備の目標 | 173 |
| 11.1 将来目標推定..... | 175 |
| 12. 飛沙抑制森林回復事業重点郷鎮 | 182 |
| 12.1 重点村、優先郷鎮選定の手順..... | 182 |
| 12.2 優先度に対応した事業進度..... | 184 |

基本計画作成ガイドライン

本基本計画は、限られた森林現況に関する情報を衛星画像データで補完し、広い範囲を対象とする、森林施業・森林整備の目標、おおよそのコスト見通し、国家あるいは省レベル行政機関の下部機関への予算配分のあり方を、一定の科学的論拠に立って、規制（規整）するマクロ計画を検討作成する手法を提案するものである。以下に、このようなマクロ計画を作成する際に留意すべき事項をまとめ「首都周辺風沙被害地域植生回復基本計画」作成ガイドラインとして提示する。

1 ガイドラインの目的

本ガイドラインは、行政指導の根拠となる基本的な計画を、本基本計画作成のプロセスに沿って本モデル地域とは別の地域で、それぞれの区県省森林当局技術者が同様な基本計画を検討・策定していく為の留意すべき諸点を示すことを目的にしている。この種の基本的な計画を策定する際考慮すべき自然的・社会的諸条件は、北京市周辺部地域と、内蒙古や河北省とでは自ずと異なる。従って、別途提示している基本計画策定マニュアルを、実際の計画検討に活用するとしても、そのままなぞっていくのではなく、本ガイドラインで述べる諸点を考慮し、それぞれの地域に適合する諸条件に入れ替えあるいは加除し、属地情報を、各省、各区縣市保有のGISデータに入れ替える、或いは森林簿から得られる情報に入れ替える等し、属地性を高め、詳細な分析を行うよう要請したい。

2 ガイドラインの構成

「首都周辺風沙被害地域植生回復基本計画」は以下の7段階のプロセスを経て検討される。基本計画のアウトプットは、①森林整備の目標、②目標達成に向けての森林整備にかかる事業の内容、③森林整備にかかる事業コストの見通し、④事業実施に向けての資源/予算の配分（重点配分）の4点に収斂される。

基本計画検討の7つのプロセス

- ① 森林現況の把握
- ② 要改良森林域の特定（森林整備の必要な場所（規模）の把握）
- ③ 自然的・社会的立地条件の把握（自然条件・社会条件の解析と要改良森林域の類型化）
- ④ 適地適木の原則に沿った森林回復の為の施業の類型化（施業ID）とその適用
- ⑤ 森林域の現況、社会的立地条件に即した施業IDの調整
- ⑥ 森林整備に必要な事業規模と費用の推計
- ⑦ 森林整備の目標の提示

3 ガイドライン

3.1 森林現況の把握

森林現況の把握は、第一に森林計画対象となる地域を特定すること、第二には、特定した森林域（現況森林である土地と森林にすべき土地で構成される）の、森林管理経営目的に照らして、その質(Quality)を評価し、類型化する作業である。付随的には、行政区域(Administration area)に基づく数量(Quantity)を明らかにする作業を含む。

この作業を効率的に進める、すなわち広い対象地域を比較的短期間で調査分析し、所要のデータを得るためには、衛星画像とGISを活用するのが適当である。もちろん、各県区の森林当局が整備している森林簿データが活用できる場合は、森林簿データをGISに取り込み、これを基本として活用すべきである。

(1) 衛星画像の活用

①衛星画像の活用にあたっては以下の点に留意すべきである。

衛星画像は可能な限り高解像度(本基本計画ではスポット衛星を用いた)のものが望ましい。

②対象地域が複数の衛星画像にまたがる場合、できる限り、それぞれの画像に雲が無く（少なく）、かつ撮影時期（季節）の近いものを使用するのが望ましい。

③衛星画像から森林域の質を検討する場合は、落葉期と繁茂期の2シーズンの画像を用いる。

(2) GISに用いる地形図（基本地図）

①GISの基図としては、大縮尺の地形図（コンター図）を用いれば、精度が上がるので好ましいが、一般的にはこの様な縮尺の数値標高モデル（DEM:Digital Elevation Model)の使用料は高価であり、本基本計画レベルの分析では1/50,000を用いるのが順当なところといえる。

②大縮尺DEMの使用が困難な場合は、米国NASAが無料で提供しているSRTM(Shuttle Rader Topography Mission 経緯度各1秒間隔の高さデータが得られる)の利用が便利である。

③崖地などSRTMデータで読み取れない地形は、衛星画像判読で補完する必要がある。

(3) 非森林域の把握

森林計画対象となる森林域は対象地域全体から、非森林域（①水域（ダム、湖沼、河）、②岩石地、③市街地 ④観光施設等開発地、⑤採石地、⑥道路敷、⑦耕作地、⑧その他（自然公園等を含む））を取り除く作業である。この作業は以下の点に留意して進める。

①水域は衛星画像を判読して区画しポリゴン（Polygon）化する。

②岩石地・崖地は、大縮尺の紙地図を参考に、その区域を衛星画像判読により区画し、ポリゴン化する。

③市街地は衛星画像の判読により区画しポリゴン化する。市街地地帯にも農地や森林が点在する。目的に応じて細かく拾い出すことが必要になる場合もある。特に市街地内の森林域を拾い出す必要のない場合は、大きく丸めて(Round)外周を区画すれば、作業の効率を上げる

ことができる。山間の集落居住地は可能な限り細かく拾うのが好ましい。

- ④観光開発などの用地は、既存のもの、すでに建設が始まっているものは、衛星画像上に見ることができるが、計画中のものは見えていない。都市計画関係機関等からの情報を得て、衛星画像に無いものも区画するのが望ましい。国防用地等公開すべきでない土地の扱いは、関係機関の指示により決める必要がある。
- ⑤採石地は、すでに採石が行われていない場所で、森林にすべき場所か、今後も長期間にわたって採石事業が続けられるかで、森林計画から除くべきか否か判断する必要があり、可能な限り現地調査を行い、衛星画像判読結果を補正すべきである。
- ⑥道路敷は、国道などの基幹道路は可能な限り、公的な地図と衛星画像判読とを併用して、路線をトレースする必要がある。本基本計画では道路幅をすべて片側10mとしたが、可能であれば、道路規格に対応した幅で、国道、県道などそれぞれの実態に応じた道路幅でバッファリング(Buffering)をするのが好ましい。
- ⑦耕作地は衛星解析のみでは、草地との区分が難しいため、衛星画像判読による区画ポリゴン化が必要である。但し、実際に耕作されているか否か、すでに退耕還林政策で、若い果樹園等に転換されたか否かは判断できない。可能な限り、近年の退耕還林実施地に関するデータ、現地踏査結果、住民からの情報等を加味し、耕作地の範囲を補正することが望ましい。
- ⑧その他（通常の森林管理と大きく異なる管理目的を持つ自然公園等の区域）は、必要に応じ、関連機関の公表している地図、図面あるいは当該地区を指定する公示に付随する位置情報を元に区画しポリゴン化する。

(4) 森林域の類型化

森林域の類型化は、想定される植生回復措置（植栽等）の区分を念頭に進めるべきである。中国では森林計画作成の為の森林資源調査に関する規程類に従って類型化するのが原則であるが、この規程は、主として木材生産に視点を置いた森林管理、伐採収穫の可否を念頭に類型化する考えが基底にあり、本基本計画の意図する、森林植被回復という目的に照らせば詳細にすぎる内容を含む。従って、計画策定の目的に必要な最小限の区画基準を作成して類型化を図るのが好ましい。ただし、この場合、この計画での区分と資源調査基準に基づく区分との関係を明確にしておくことが求められる。

- ①森林域の類型化は、飛沙発生の抑制という観点から、何らかの手を加えるべき場所と、現状で求める機能が発揮されている場所を区分するとの視点で類型化すべきである。
- ②何らかの手を加えるとは、植栽、補植、播種により森林に期待する飛沙発生抑制機能を高める事である。但し、自然条件等でこれら施業の実施が困難あるいはこれら施業を行っても森林の生育が困難な場所は天然更新を期待することになる。この様な場所の特定は別途の方法で行う。
- ③森林域は、衛星画像解析により、地表から反射される光をその波長毎にピクセル（Pixel：衛星画像の最小単位）として記録した画像データから、植生の活性度に相関の高い情報を分析し取り出すことにより森林の所在と質を見極め区分することで行なわれる。

- ④衛星解析により類型区分された森林域は、森林の樹冠粗密度による区分と概ね一致する。どの区分がどの樹冠粗密度グループに対応するか（区分しきい値）を決めるには、何回かの試行錯誤が不可欠で、その正確度は、解析者あるいは森林技術者が出来上がった分析結果と、現地とがどれだけ正しく対応しているかを判断できる技術力・情報力を備えているかで決まる。現地情報（教師点情報）と衛星データとの対比数の多寡、一般的対象地域の現状に関する知識の多寡が、現状に合った類型化を進める事ができるか否かの要となる。
- ⑤この様な衛星解析を行う場合、解析者自身のみならず、結果の善し悪しを判断する林業技術者の一般的な知識・経験を疎かにしてはならない。
- ⑥この様な森林の質の解析に当たっては、現場をよく知っている技術者によるチェック、既存の同様調査等の結果報告に付随している植生図、森林資源調査図等との整合性の検証を行い、必要に応じ補正して最終結果を纏めるのが望ましい。

(5) 土地利用/林相図への取り纏め

森林域をその質的特色で類型化した情報は GIS ポリゴンデータとして、コンピューターに蓄えられる。同様に、非森林域のデータもそれぞれ GIS データとして同じフォルダーに一对の地図データファイルとして蓄積される。次の作業はこれら各レイヤーの統合化の作業である。統合化するに際しての留意点を以下に述べる。

- ①土地利用・植生現況に関するレイヤーは森林域の他に、非森林域である水域（ダム、湖沼、河）、岩石地、市街地 観光施設等開発地、採石地、道路敷、耕作地、その他（自然公園等を含む）等が作られる。これらの場所はすべて一定の本計画対象区域の中にあり、一筆の土地は、これらの要素のどれか一つにのみ属しているはずである。
- ②実際には、個別に区画してきている個々のポリゴン域には重なり或いは隙間が出来る。（重ならないようにマウスで区画するのは人間業では不可能）統合化する前処理として、この重なり部分をどちらかのレイヤーの一部とし、他の一方から削る必要がある。
- ③この削る作業は、どれか2つのレイヤーファイルをユニオン（Union）し、重なっている部分の一方のポリゴンを削り、隙間はどちらかのポリゴンに加えることで整理する。どちらのポリゴンが優先されるかあらかじめ決めておく必要がある。（例えば：水域>居住地>道路敷>崖地>畑>草地>裸地>森林 等）
- ④重複部分の除去或いは隙間を埋めた後、すべてのレイヤーデータを一つずつ Union し重ねて土地利用・森林林相を表すレイヤーを作成する。
- ⑤上述④で作成されたレイヤーに更に道路敷を Union することにより、道路敷と重なる部分を書き込むことが出来、この重なる部分を除去すれば、道路敷を除いたレイヤーが作成される。さらに再び道路敷レイヤーを Union すれば重複のない道路敷きを含む土地利用林相を表すレイヤーが完成する。
- ⑥上述⑤のレイヤーに、行政界レイヤーをインターセクト（Intersect）したレイヤーを作成し、アトリビュートテーブル（Attribute table）を用いて各ポリゴンの面積を計算させる。

⑦次に、同表を表計算ソフトにエクスポート（Export）（ファイル形式を変換して読み込ませる）し、行政区分別土地利用・林相区分別面積を集計する。集計結果が、行政区分レイヤーで計算されている、県・郷鎮別面積と一致するか否かを検証する。合致しない場合は、どこかに誤りがある事になる。

3.2 要改良森林域の特定

本基本計画においては、要改良森林域は森林整備を必要とする森林を意味し、開放森林地域（準閉鎖灌木林および開放灌木林）に、草地、荒廃地/裸地、退耕還林・還草の対象となるべき農地・放牧地を選定し追加し、草地から森林にせず家畜飼料用自然草地として維持すべき場所を除外した地域と定義した。開放森林地域は土地利用・林相レイヤーから準閉鎖灌木林、開放灌木林を取り出すことで、また、草地、裸地も同様に要改良森林域の一部として取り出すことが出来る。次に、退耕還林対象地および家畜飼料用自然草地を特定する際の留意事項を述べる。

(1) 退耕還林対象地

- ①本基本計画では、退耕還林対象地を集落から離れている農地および近くでも傾斜の急な場所にある農地として捉え、農地を表す GIS レイヤーデータから、該当する農地を取り出している。
- ②中国では退耕還林対象地選定基準が定められているが、上述①の取り出し方は、この基準と必ずしも合致していない。本来は、生産力の低い農地、集落住民の老齢化や都市部への移転により耕作が出来なくなっている農地や環境保全の観点から耕作や放牧を止め森林に戻すべき農地が対象となる。
- ③従って、本基本計画作成手法を応用して退耕還林対象地を想定する場合には、GIS レイヤーに蓄えた諸々の立地条件に加え、現場集落の実情を加味した対象地選定を行う事が求められよう。また、実際の退耕還林活動は、行政単位毎に予算規模等を勘案しての目標面積が定められているとも考えられ、実行可能性から年毎の目標面積が決められるという実情をもふまえ、行政単位毎のこれまでの実績、目標に対する実施率などを勘案し、GIS で計算された箇所、目標面積を調整すべきであろう。

(2) 家畜飼料用自然草地

- ①森林当局が草地を森林に転換する計画を作成するに際しては、農民にとって家畜が重要な資産であり、自然草地が無くなるのはなかなか受け入れ難いという事情も考慮する必要がある。放牧を制限する封山措置が執られるなら、採草地の確保など家畜用飼料の確保への配慮が必要である。
- ②本基本計画で集落の外側 500m の範囲にある草地は植林等の対象地に含めないとしているが、どの程度の採草地が必要かは、個別の集落で異なるので、実施計画レベルでは、集落毎の実情を調査し、集落をいくつかのカテゴリーに分け、実際に使用している草地の範囲をより反映した範囲を設定すべきであろう。

③本計画は地表面を樹木で覆うことにより飛沙発生を軽減することを主目的として森林管理計画を検討しており、現状草地は原則として、植栽可能な立地条件下にあれば植栽の対象としている。本基本計画では、衛星画像から読み取れる情報を基に、計画を検討するとの性質上、牧草地についての検討は行わなかった。しかし、残される家畜用自然草地への牧草の播種等牧草地の改善策も、実施計画レベルでは事業計画に組み込む事を検討すべきであろう。

(3) その他森林にすべきでない土地

本基本計画では、自然公園等森林管理目的が必ずしも植林等を前提とし得ない場所を除き、森林への転換が可能な場所は、極力植栽、補植、播種による森林への転換を図る事を基本としてきた。しかし、実際のフィールドでは、本基本計画で考慮した事柄以外に考慮する必要がある事例が多くあるのではないかと思料する。今後本基本計画をモデルに、各省、県区で同様な基本計画を検討する場合には、それぞれの対象地域の、文化、伝統、慣習等に根ざす特定の地域（特別な地域として国や県区で法的な保護地域にはしていない場合であっても）にも目を向けるべきであろう。今回の基本計画では、今回の基本計画では、以下のような文化、伝統、慣習等に根ざす特定の場所は、画像からは読み取れないため、本基本計画の要改良森林域に含まれている可能性があるが、各省、県区が計画を作成する場合には、現地確認結果に基づき、要改良森林域から除外すべきであろう。

- ①集落の共同利用地で、住宅補修用資材（土、石、屋根用草等）の採取に使われている場所
- ②集落の祭礼等、伝統的活動に要する資材を守る為に集落で保護している場所
- ③伝承等により、祠、老木、泉、淵、崖、その他民族史的な意味から、集落が共同で大切に保護している場所およびその周辺。
- ④明確な開発目的用地として、県、省、国が公示している場所（森林域の転用計画地）。

3.3 自然的・社会的立地条件の把握

植林等の方法を規整する重要な自然的因子として雨量、標高、傾斜、斜面方位に着目し、これにより対象地を分類した。もし対象地域がほとんど同じ範囲の雨量域、あるいは標高差がほとんど無い地域であるなら、植栽を規制するであろう因子としては上述4因子とは別な要素を取り込む必要がある。土壌図が使用できるなら、土壌条件を用いるのも良いだろう。本基本計画では自然条件の因子を4つに絞ったが、他の有効な因子に関するデータ（地図情報）が入手できるなら、これと異なる因子、あるいは更に追加して取り入れることも可能である。ただ、因子数を増やせば、それだけ作業量が増え、最終的に区分したGIS上のポリゴン数が増えることになり、複雑になる。自然条件因子としては3-5要素に絞るべきである。その際、内部相関の少ない因子を残すよう留意すべきである。

(1) 森林施業を規制する自然的因子

本基本計画地域には、半乾燥地から湿潤半乾燥地までが含まれ、標高の高さによって温度・

雨量も変化することから、雨量と標高を基本的な植栽木を規制する因子と捉え、更に細かい立地環境を区分する上で傾斜と斜面の向きを使うこととした。今後他の地域で同様な基本計画を検討する場合は以下の点を考慮し、適切な指標となる自然条件を選定することが必要である。

- ① 対象地域全体を見渡し、導入可能な植林技術を類型化する場合、どんな自然的因子が施業を決めていく鍵になるか？
- ② 対象地域内で植栽を考えると、最も条件の良い場所と悪い場所を比べ、どんな自然条件の違いがあるか？
- ③ 対象地域を幾つかのゾーンに区分する事を想定し、どのような自然条件を用いると、対象地域がほぼ等しい広がり幾つかのゾーンに分けられるか？

(2) 因子毎の類型化 (カテゴリー)

次に各因子の中をどのようなカテゴリーに区分すべきかについて述べる。自然条件の各因子を細かく分ければ、その因子が規定する場所を細かく分類できる。しかし一方では細かく分けるためには元データの精度が伴っていなければミスリードする可能性が高まる。また細かくすれば、自然条件の総合化を行う作業が複雑になり、分類の意味を見失いかねない。要するに、全体の求められる精度、マクロ分析に基づく基本計画の用途目的を考慮し、出来るだけ簡潔に自然条件の違いを表現することが肝要である。以下に本基本計画では4つの自然条件をどのようにカテゴリー区分を行ったかについて述べる。

- ①雨量：北京市農業資源と区画図集に記載されている等雨量線図を用い、年平均雨量 250mm 未満 250-400mm, 400-600 mm、600mm 以上の4区分とした。元の資料では雨量線は50mm 毎に引かれていたが、植林可能性、植林樹種の違い等を考慮し、また地帯区分の簡素化、区域の広がり、平準化も念頭に4区分とした。一般的には600mm を超すと植林樹種の幅が広がり、250mm 以下では乾燥地樹種の導入が必要になる。この点を基本に、区域を250mm 未満の部分を除いた残りの区域面積がおおよそ1/3 ずつになるよう境界線を選んだ。
- ②標高：対象地域は、200m 程度から、2,400m 強まで広がっている。畑は概ね600m 以上の高さまでは及んでいない。植林等の施業を選択する場合の標高指数の区切りを、600m を基準に200m 刻みで上下させた。1,400m 以上の地域は、概ね要改良森林域はずれることを考慮し1,200m 以上の一括りとし、400m (0-400m)、600m (400-600m)、800m(600-800m)、1,000m(800m-1200m)、1,400m(1,200m 以上)の5区分とした。
- ③傾斜：対象地域は山足の短い急斜面が連なる山地帯と、黄土堆積緩斜面とに代表される地帯である。このため、ごく一般的な、平 \leq 5、緩 \leq 15、中 \leq 25、急 $>$ 25 の4区分を適用した。中国の森林調査基準では、35度以上の場所を特定する事とされている。詳細なDEMが入手可能な場合、これを用い極急斜地あるいは崖地を区分するのが望ましい。基本計画では、1秒メッシュデータから計算されたDEMを用いており、崖地は描かれたコンター図では表現できない為、別途衛星画像判読により特定し、「崖地」という因子を土地利用・林相図に加えた。この崖地

と傾斜 35 度以上の極急斜地とはほぼ一致するとの考えに立つ。

- ④斜面方位：雨量が少ない本地域では植物の生育に大きな影響を与える要素であることが現地踏査観察によって認識された。本基本計画対象地域山地は、山腹面上部は岩石が露出し、下部は崩落した礫が堆積し、その上に風で運ばれた砂/黄砂が乗った、きわめて薄い腐植土層をなしている。このため、限られた雨水をどれだけ植物の根の届く範囲で保留できるかが樹木の生育を大きく規制することとなる。雨量が少ない場合は蒸散量の大小が問題となり、故に斜面の向が植林等の施業を考える上で欠かせない因子であると考えた。日射度合いの差を指標として、南東—南西（日表面）、北西—北東(日裏面)、それ以外(中庸)、及び平坦(方位のないもの)の4区分とした。

3.4 適地適木の原則に沿った森林回復の為の施業の類型化（施業 ID）

次の課題は、要改良森林の現況、主たる経営管理目的（林業地帯）と上述4つの自然立地を複合的かつ総合的に分析し、それぞれの条件の重なり合いの状況を見極めながら、森林回復に係る措置（施業）を当てはめていく事である。

飛沙発生を抑制するための植生回復措置（森林施業）は、特に通常の植林事業と異なる特殊な施業を導入する事を意味しない。一般に植生回復措置として考えられる方法は以下の4つのタイプに収斂する。

- ①十分に閉鎖していない森林には、可能な限り補植等により早期の林冠の閉鎖を目指す。
- ②森林の無い所には、技術的、かつ経済的に可能な範囲で植栽を計画する。
- ③また植栽が困難な所ではあるが天然木の回復が見込まれる所では封山措置を取る。
- ④現在の技術では植栽等による森林育成が困難な場所は、天然更新で徐々に回復を図る。

このような施業を、自然条件を重ね合わせ総合化し、自然条件の重なり方の異なる場所毎に決めていく作業は、要改良森林域を表すレイヤーの、アトリビュートテーブル（Attribute Table）に施業 ID を一つ一つのポリゴン毎に書き込んでゆく作業である。進め方の手順は以下の通りである。

- (1)導入可能な施業を類型化する。
- (2)類型化した施業パターンの適地及び限界地を個別の自然条件毎に検討する。
- (3)要改良森林域の森林管理目的に最も適合する施業パターン（植栽等施業：施業 ID）を選択する。
- (4)林業地帯毎に、自然条件総合化マトリックス表を作成し、最適地と限界地の自然条件組み合わせをそれぞれ取り出し、最も適合する施業パターンと天然更新を当てはめる。
- (5)残った自然条件マトリックス表を眺め、条件が悪くなっていく順に、施業パターンを、樹種、植栽の方法等を順次変えてすべての自然条件の組み合わせ欄を埋める。
- (6)自然条件、施業パターンマトリックス表（植栽等施業（施業 ID）当てはめ表）が埋まれば、要改良森林域レイヤーのアトリビュートテーブル（Attribute Table）に施業 ID のフィールドを作り、この組み合わせと同じ組み合わせとなっている同ポリゴン欄にこの施業 ID を書き込めば、様々な集計が可能となる。なお実際の書き込み作業はアトリビュートテーブル（Attribute

Table) を表計算ソフトにエクスポート (Export) し、クエリー (Query) あるいは ソート (Sort) の手法を駆使し同じ自然条件の組み合わせとなっている行を集め一括して書き込むなどの工夫で、労力と時間を節約することが出来る。

本基本計画では施業 ID を以下の通り 19 パターンに類型化した。

- ①植栽：油松適、油松可、側柏適、側柏可、檜類適、檜類可、山杏類、ポプラ類
- ②播種：檜類、楓類、樺類
- ③乾燥地植栽：砂棗、荊条、寧条
- ④果樹植栽：鮮果、堅果、仁杏
- ⑤乾燥地果樹：棗
- ⑥乾燥地播種：草本類
- ⑦天然更新

なおこれに、次項で扱う森林現況に対応した施業 ID の調整作業の中で「補植」が出てくる。補植の区分（油松、側柏、山杏、檜類）を加えると施業 ID は 23 パターンとなる。

実際にこの手法を応用する場合は、当然対象となる地域で、すでに導入されている施業方法を類型化する事になり、上述の区分と同じ内容とはならない。その地域に適合する樹種（最も代表する樹種あるいは樹種群）、その地域の気候条件に適合した施業基準（植え付け本数、地拵の方法、苗木のサイズ等）を用い類型化するのは当然である。

施業方法の類型化は、本計画がマクロ計画で、大括りの目標、事業規模、予算規模を推計することがねらいであることに鑑み、あまり複雑にならないよう留意すべきである。もちろん個々の施業は、細かい立地条件を考慮し、多くの内容に枝分かれして行き、その ha 当たり単価も千差万別であろう。ここで類型化する「施業 ID」は一定の条件で類似の施業をとりあえず纏めてグループとして表現するものである。

3.5 森林域の現況、社会的立地条件に即した施業 ID の調整

(1) 現況土地利用および林相による調整

施業 ID は、自然的社会的立地条件全般を総合的に勘案し決めていくべきものである。しかしすべての要素を勘案するのは、実際上は容易ではない。このため本基本計画では 3 段階のプロセスをとっている。

① 自然条件による調整

前節で述べているとおり、自然条件に限って検討する。

② 自然条件がより厳しい場所における調整

自然条件のみなら可能な施業であっても土地利用の実態から、明らかに植栽には適さない、あるいは、通常条件が厳しい場所については、施業 ID をより自然条件が厳しい場所と同等と見なし、一段階厳しい自然条件に相当する施業 ID へシフトさせる等の調整をする。

また、前節で検討した自然条件のみから判断した「施業 ID」では、物事を単純化するため、現存している樹木のことを念頭に置いていない。しかし、本対象地域のように雨量が限られ、開墾・放棄が延々と繰り返されてきた場所では、条件がかなり良くても森林を育てるのは容易な仕事ではない。現存している樹木は貴重なものである。植栽等の施業は、第一に現存樹木（例えば木材生産という林業目的からみれば雑木と言われようとも）は一本たりとも無駄にしないとの基本にたって計画を検討すべきものとする。

具体的には、本基本計画では以下の通り調整を行った。

- ・現状土地利用が裸地/荒地とした場所では、一段階下げた施業 ID にシフトさせる。
- ・準閉鎖灌木林で植栽適地とされた場所は補植に切り替える。
- ・退耕還林対象地では、植栽適地とされた場所で、かつ条件が許す場所では果樹木植栽を優先する。
- ・草地、開放灌木林では、自然条件に適応する施業 ID を踏襲する。

③ 社会的立地条件との調整

本基本計画の植林等作業を担うのは、広い意味では各県の森林管理担当行政機関である県林業庁ではあるが、現場は、郷鎮レベルの実行体である林場あるいは村単位の住民組織(林業委員会等)が担うこととなると考えられる。特に、将来の中国における森林管理のあり方を考えれば、国等行政機関直営方式から、集落単位の人民組織が担って行く参加型の運営への緩やかな転換が求められるであろうと予想される。

社会条件としては、ここでは住民主体の森林整備を推進すべき場所として、集落からの距離を尺度に、奥山集落域あるいは里山集落域を設定した。この内にある要改良森林については、集落住民主体で植生回復措置が実施されることを想定する。この様な場所では、住民グループ共同での植栽として果樹木を想定した。この様な場所は退耕還林対象地に連なる場所であることが多く、すでに果樹が導入されている部分も散見される。具体的には、各林業地帯区分で適用された施業 ID 表による施業 ID から、果樹生産林地帯で適用される施業 ID 当てはめ基準表による施業 ID に変更することになる。但し果樹生産林地帯施業 ID 表を当てはめても、果樹木植栽とされない場所については元に施業 ID を維持することになる。

(2) 調整結果の GIS マップへフィードバック

これまでの施業 ID の調整は、前節 10.3.4 (6)の方法に準じて行うこととなる。同節で用いたアトリビュートテーブル (Attribute Table) をエクスポート (Export) したエクセル (Excel) 表の並べ替え機能を駆使し、前節 10.3.4(1)および(2)に該当するポリゴンを集め、必要な調整次項を書き込む列 (フィールド) を作り、そこに、調整後の施業 ID を書き込み、残りの変更しないポリゴン関係部分は、コピーして調整後 ID 欄を埋めれば完成である。次にこのエクセル (Excel) データを GIS マップのアトリビュートテーブル (Attribute Table) にもどせば、要改良森林域の施業 ID 別区域を表示する新たなマップを作ることが出来る。

3.6 森林整備に必要な事業規模と費用の推計

(1) 事業規模の推計

事業量の推計は、前項(3)で GIS マップに戻した施業 ID と要改良森林域レイヤーアトリビュートテーブル (Attribute Table) の各ポリゴンの面積を利用して各種集計を行うことで得られる。集計作業は、アトリビュートテーブル (Attribute Table) を表計算にエクスポート (Export) し、ピボット (Pivots) 集計の機能を活用して行う。

(2) 事業費の推計

事業費は上述の林業地帯別、施業 ID 別面積にそれぞれの施業 ID の単位面積当たりの単価を別途積算し、掛け合わせることで積算される。

(3) 事業進捗の推計 (予算の優先配分)

前項(2)で計算された事業費を県別、郷鎮別に集計すれば、一定の期間内に目標とする事業の総量が推計できる。この事業を実施計画に移す場合どのような規模、期間そしてどこから始めるかが基本計画で示すべき次の課題である。このため以下の次項の検討が求められる。

- ①事業を完了させる目標年をいつに置くか？
- ②どこから事業を展開するか？

(4) 事業完了目標年

飛沙抑制のための計画であるとの立場に立てば、完成目標年は早い方がいいのは当然であるが、実現可能性を無視は出来ない。次のような事情を考慮し計画目標期間を決めるべきであろう。

- ①これまでの実績事業量とのバランス
- ②導入可能な新たな予算資源
- ③国家目標、政策意図、中央政府の指令

(5) 予算の重点配分

基本計画で示す事業をどういう順序で進めるかを定める指針を示すことは、なかなか悩ましい課題である。どの事業実施主体も、早く、多くの予算を獲得したい。少なく評価されれば、不満と非難の嵐にさらされかねない。しかし、基本計画では、最も必要な場所、効果が早く発現されるであろう場所に優先して予算を配分することを検討する必要がある。

本基本計画では、地表の砂の存在と植生の密度をベースに飛沙発生危険度の分析をしている。これを因子に、飛沙発生を抑制する森林回復にかかる施業を行うべき優先度合いあるいは重要性の度合いの高い郷鎮を選定している。この検討は以下の手順で行った。

- ①地域内の村落域を取り出したレイヤーと沙発生危険度を表すレイヤーをインターセクト (Intersect) させ、各村落領域毎の飛沙発生危険度の高い場所の面積を算出し、その村落域に占める面積比を計算する。

- ②各村落域に有る飛沙発生危険度の高い場所の面積が郷鎮レベルで集計した危険度の高い場所の合計面積に占める比率を計算する。
- ③同様に県域全体の同面積に対する比率を計算する。
- ④村毎に(i)飛沙発生危険度の高い場所の面積(ii)各村の対郷鎮合計同面積比、(iii)各村の対県合計面積比を計算し、それぞれの比率を高い順に、郷鎮の中 (i と ii) 、県域の中(iii)で県毎に並び替え、それぞれ県毎に4分割し、上から4点、3点、2点、1点を重要度指数として与え、これを合計し、合計点の多い順に上から1/3を重点村、下から1/3をその他村に残りを準重点村に区分する。
- ⑤郷鎮毎に重点村、準重点村の数を集計し、重点村数の多い順に並べ、上位から1/3ずつそれぞれ、優先郷鎮、準優先郷鎮、その他郷鎮と判定する。

優先郷鎮には当然予算を優先して配分するとの考え方に立つが、どの程度優先して予算を配分すべきかを決めるのは技術者が統計的手法で決めることが出来るというわけではない。各県、各郷鎮の理解と協力を得るには、バランスが必要で、ここは政治判断が必要となる。基本計画ではこの判断を仮置きする形で提案しており、計画期間を4期に分割し、優先郷鎮は前二期で、準優先郷鎮は3期で、その他は4期で完成を期し、概ね第2期目には全郷鎮で事業を行う様計画する提案をしている。

もちろん実際の優先順位は、これまでの実績、予算規模、技術スタッフの存在、その他政策的意図が勘案され決定される。本基本計画をモデルとして、応用する場合は、それぞれの省、県等の事情を配慮し、上述のような機械的当てはめを参考に優先順位を検討し、関係機関と協議の上決定してほしい。

3.7 森林整備の目標の提示

森林整備の目標は、本基本計画がマクロ計画で、行政府としての方針を下部機関あるいは地域住民に示すことを意図しており、どのような形で公表するかが大きな関心事項となる。広く関係者(Stakeholder)に知ってもらうためには、解り易い目標を示す必要がある。

本基本計画では、計画した事業を実施した暁に、どんな森林整備が図られるかを示すため、現況森林が将来（少なくとも植栽等を行った地域が、期待通り生育し、森林になった状態）どんな状況になるかを予測し、そのような予測が実現されることを示そうと意図している。

予測時点をどこに置くか（10年後か、計画期間終了時点か、あるいは100年後か）、どのようにして推計する、あるいは目標値をどのような数値で表現するか等は、計画の目的によって異なる。

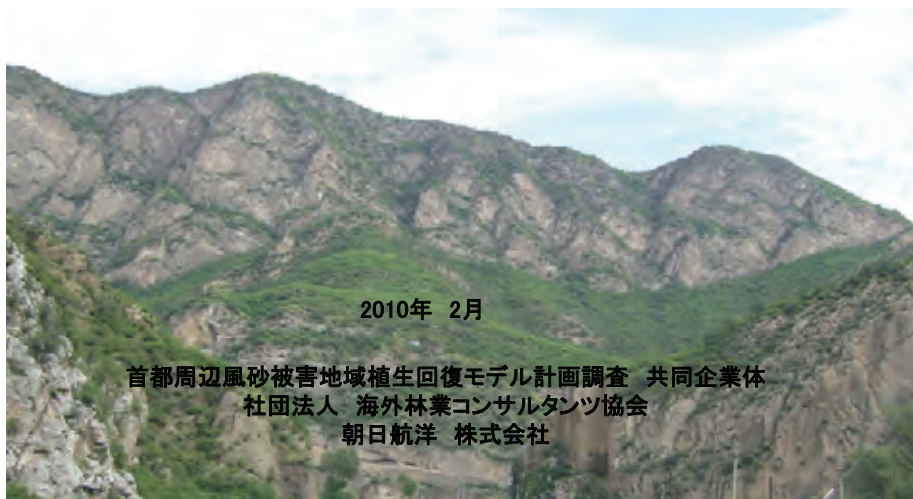
本基本計画は、植生の回復を通じ、計画対象地域から発生する飛沙の量を減らすことを究極の目的としており、理想を言えば、現在この地域から飛び出し、首都中心部に降り注いでいる砂の量をどれだけ少なくするかを明らかに示すことであろう。しかし、降り注ぐ砂の量の基準値を確定し、その減少量を推定することは、現状でもなかなか難しい。

計測可能な指標として何を用いるかは、それぞれの地域で得られる科学的情報に基づき選択すべきである。ここでは、森林の機能として、植生の被覆率が高まれば飛沙発生を抑制する効果も高まるとの一般的な理解を前提にしておき、上述飛沙量の多寡はほぼ植生被隠率の高さと比例するとの仮定に立つ。その上で将来目標を、森林の被隠状態の変化（森林率+森林の質的向上）を指標ととらえ、将来に向けての森林整備の目標とするものである。

現状森林域の林相が、施業 ID に基づく施業を行う、或いは行わない場所毎に、どのような林相に変わっていくかを、それぞれの地域の特色、経験、長期的な観察結果に基づき予測し、土地利用レイヤーおよび、要改良森林域レイヤーのアトリビュートテーブル (Attribute Table) 各ポリゴンに書き込み、そのアトリビュートテーブル (Attribute Table) をエクスポート (Export) し集計することにより、森林整備の目標値を求めることができる。

首都周辺風砂被害地域植生回復モデル計画調査

森林植生回復基本計画策定マニュアル



2010年 2月

首都周辺風砂被害地域植生回復モデル計画調査 共同企業体
社団法人 海外林業コンサルタンツ協会
朝日航洋 株式会社

調査および本マニュアルの目的

本マニュアルは、中国政府および日本国国際協力機構の国際協力で進められた、「首都周辺風砂被害地域植生回復モデル計画調査」に関し日本側調査団が提出した報告書の中に提示した「森林植生回復基本計画」の策定過程を紹介するものである。中国側関係行政機関が行政指導の指針となる基本計画を、政策意図を指し示す概念的な内容に加え、現地の実際の森林現況・自然的社会的立地条件並びに導入可能な植林等技術に基づく解析・検討を経て策定・提示していくための道標として活用されることを願う。

本件技術協力は、2005年5月中国政府から日本政府に対し、「北京・天津風砂源整備事業」の実施計画策定に係る協力を要請があり、これを受け、日本国国際協力機構が2006年10月に事前調査を実施し、中国側関係機関と調査の内容等について協議・合意し、2007年1月に交換されたS/WIに基づき実施されたものである。

本「首都周辺風砂被害地域植生回復モデル計画調査」の目的は、「北京や天津周辺への風砂被害を軽減するための森林植生回復に係る実施計画を策定することである。また、本調査の期間中、調査に参画する中国側力ウンターパート(以下、C/P/という)に対し調査業務を通じ技術移転を行うとともに、実施計画の事例提示のためのモデル林造成支援も行う。本調査を通じ、将来的に中国側が自立的に森林植生回復に関する事業を計画・実施できるようになることを目的とする」とされた。

本マニュアルは、調査全体の目的の中で、技術移転および、本会初調査で対象地域として取り上げていないモデル地域以外の地域の関係各省・県の計画担当当局職員の業務遂行の上で参考として頂くことを念頭に作成した。

基本計画策定マニュアル目次

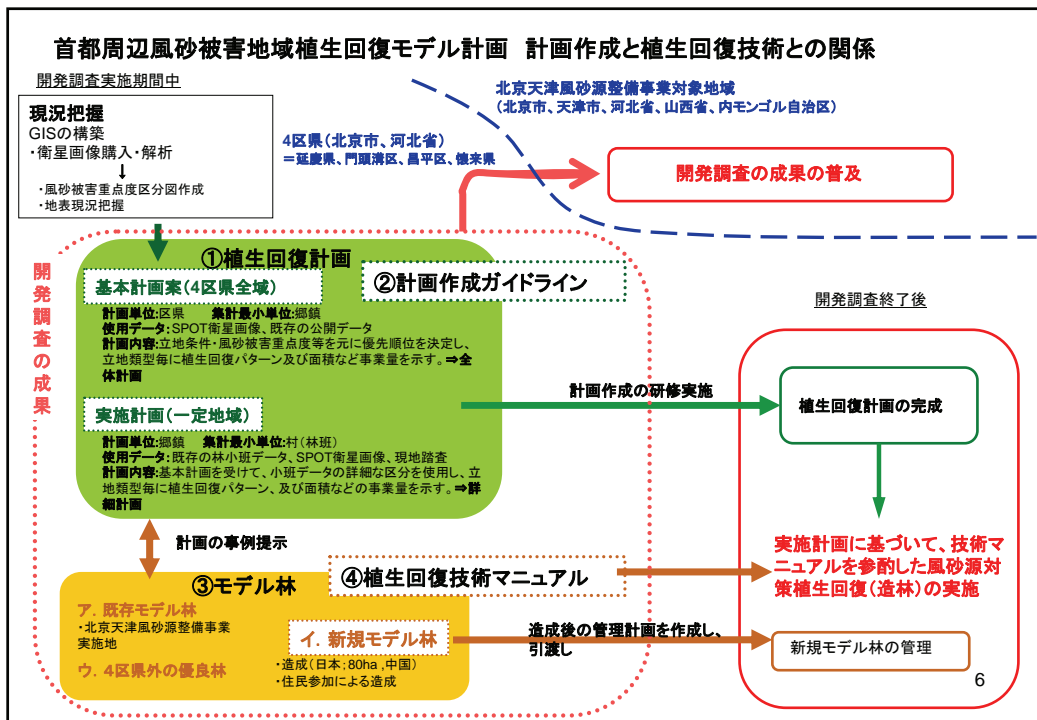
1. 開発調査「首都周辺風砂被害地域植生回復モデル計画」の概要と本マニュアルの位置づけ
2. 基本計画の意味および目的
 - 2.1 基本計画の目的
 - 2.2 基本計画作成の手順
3. 衛星画像解析
 - 3.1 衛星画像準備
 - 3.2 教師データ、地表面の分類(衛星画像解析)
4. 飛沙発生危険度分布
 - 4.1 地表情報の読み取り
 - 4.2 風解析
 - 4.3 飛沙発生総合危険度分析
5. 森林現況および土地利用現況の把握
 - 5.1 森林現況の把握
 - 5.2 非森林地帯の区画および施業対象地からの除外
 - 5.3 土地利用全体を現すGISデータベースの作成
6. 何らかの施業による森林回復必要地(要改良森林域)の特定
7. 退耕還林・退草還林 農業・牧畜用地の植被回復

3

8. 自然立地条件等の解析及び地帯区分
 - 8.1 自然条件分析
 - 8.2 林業地帯/森林域の経営目的に対応した地帯区分
 - 8.3 要改良森林域自然条件他の総合化
9. 林業経営目的および自然条件の異なる場所毎の森林回復のための施業の検討
 - 9.1 自然条件と施業方法の選択基準
 - 9.2 林業地帯毎の植栽計画樹種群の適用
10. 要改良森林対象地現況による施業方法の調整
 - 10.1 施業IDの現況土地利用および林相による調整
 - 10.2 森林回復措置の植栽等と社会条件との調整
 - 10.3 里山集落域および奥山集落域
11. 森林整備の目標
 - 11.1 将来目標推定
12. 飛沙抑制森林回復事業重点郷鎮
 - 12.1 重点村、優先郷鎮選定の手順
 - 12.2 優先度に対応した事業進捗

4

1. 開発調査「首都周辺風砂被害地域植生回復モデル計画調査」の概要と本マニュアルの位置づけ



首都周辺風砂被害地域植生回復モデル計画 計画作成と植生回復技術との関係

このシートでは、本件技術協力活動全体の内容と、その活用が期待されている範囲を説明している。

協力活動としては、要約すれば以下の4点が掲げられる。

- ① 行政指導の指針となる、上位計画(基本計画)のモデルを示すこと。
- ② 基本計画の理念を受け、実際の植生回復にかかる業務を行う、属地性の高い、実施計画のモデルを示すこと。
- ③ 実施が期待される植生回復の技術モデルとなるモデル造林地を推奨しあるいは造成すること。
- ④ モデル造林地に類似した植栽等の活動を現場で担うことが期待される、山村集落コミュニティの主体的参加を鼓舞するためのモデルとして参加型植生回復活動を展開すること。

本開発調査のアウトプットとしては、

- ①基本計画
- ②実施計画
- ③モデル林事例およびモデル林造成マニュアル
- ④参加型森林回復活動事例報告

が提示される。シートでは、これらの開発調査のアウトプット/成果品が、将来どの様に、行政レベルあるいは現場レベルで活用されることを期待して実施されてきたかを説明している。

また、本基本計画策定マニュアルは、この開発調査で行った、行政目的を形で示すモデルとしての基本計画の作成手法を活用・応用して、それぞれの関係省、県とう行政機関計画担当者が、それぞれの対象地域で再現していく際、その手順、考え方をわかりやすい形で提示するものである。

7

基本計画の位置づけ

中国首都周辺風砂被害地域植生回復モデル計画調査

森林植生回復基本計画

行政目的のマクロ計画
基準・指針
想定される事業規模
将来目標
予算措置展望

省レベル

植生回復にかかる施業選択の指針

施業対象地選定の考え方
立地条件に適合した施業選定の基準
事業規模
優先順位
将来の整備の目標

行政指導の指針

基本計画作成手法の普及/基本計画作成マニュアル

森林植生回復実施計画

基本計画の指針を踏まえた
中期レベルの属地計画

県レベル

森林植生回復モデル林

住民参加型活動事例

基本計画の指針に合致している既存の活動事例
基本指針を具現化する事例(新規)
植林技術指針(マニュアル)

8

2. 基本計画の意味および目的

9

基本計画の意味

- ① 本モデル基本計画は、調査対象地域全体の飛沙発生危険度という指標をベースに分類し、対策を重点的に進める地域、進捗・優先度を評価し、資源の有効活用を図る行政的関心に応える行政計画と位置づける。
- ② 本モデル基本計画は、作成の過程、あるいは手法が、省あるいは区県レベル森林行政機関が、長期計画、あるいは年ごとの予算配分を検討する場合の論理的裏付けとなる情報として活用される計画の策定方法を提案するものである。
- ③ 従って、本基本計画で扱われ、分類される地域、あるいは地区は、属地性は強調されず、概念としての地域あるいは地区として認識され、対策の重要度合いとして、村或いは郷鎮を基本とした行政単位毎の対策推進に向けての資源の合理的な利用/配分のあり方に関する指針を示すものとなる。
- ④ 計画策定には詳細な悉皆調査を含む属地調査を行わず、土地利用現況等を衛星画像というツールをフルに活用し、短期間で広い範囲を同一の目で分析する事により、マクロ的に捉え評価し、対策(植生回復措置)あるいは目標とするべき姿をマクロ的に提示する事が眼目となる。
- ⑤ この作業は、厳密には行政界、自然保護地域等の区域、採石採取地、農業振興地域、将来の都市開発地域等衛星画像からは読み取ることの出来ないデータを、関係部局等からベクトルデータとして提供を受けGISデータベースとして整備することが望ましいが、入手が困難な場合は衛星画像判読により、位置、規模を特定する。
- ⑥ 中国のように広い範囲を対象とする森林計画を策定していくためには、森林現況を正しく把握することが必ずしも容易ではない。下部機関のデータを同一の精度、あるいは定義に沿った内容に再編成するだけで、膨大な時間と人力を必要とする。中には全くデータの整備が成されていない、データの時点の統一が図りにくいなどの問題が生ずる可能性もある。広範囲の森林・土地利用の現状を把握するためには衛星画像は強力なツールである。
- ⑦ このツールを活用し、広い範囲の森林域を同一の目(視点・基準)で評価し、一定のグルーピングをし、これを基にマクロベースの行政計画を立てることは、下部機関への指導、予算の適正配分等の行政指導に欠かせない。またこのようなマクロ計画の公表は、今後の中国森林政策の強化・発展の為に、行政の透明化という側面からも上部機関に求められる責務の一つとなるであろう。

10

2.1 基本計画の目的

基本計画策定の直接的な目的は、シートに示すとおり 行政計画検討の理論的組み立て、考え方を示すものである。

理論的というのは、

- ① 森林・土地利用の計画策定時点での現況を、正しく把握していることを説明できること。
- ② 森林回復を図らなければならない必要性を説明できること。
- ③ 自然的・社会経済的立地条件の分析が広い地域を対象に、公明かつ公平に行われていることを説明できること。

等である。これらの課題はシートにある4つの項目を分析し、評価することで、下部機関・地域住民に説明が可能となる。

11

基本計画検討の目的

マクロ計画として、

- ①風沙源の分布状況、
- ②森林現況の把握分析
- ③風沙抑制に視点を当てた対策の優先度、
- ④植林等の施業の担い手(社会経済的側面)

等を分析し、

森林回復への基本的な取り組み方法を提示する。

行政計画検討の方法論を提案するものである。

12

2.2 基本計画作成の手順

13

基本計画作成の手順

① 森林等現況の把握

衛星画像解析&判読
既存データ、公開図面収集
現地視察・調査

土地利用/植生図
森林等現況表

② 施業対象地の絞り込み

要改良森林地域 & 農
田防風林地域

要改良森林地域
森林等現況表

③ 施業対象地の自然的社会的
立地条件把握分析

雨量級、標高級
傾斜級、斜面方向
奥山・里山集落域

要改良森林地域
森林・自然条件
複合表

④ 施業対象地の自然的立地条件に対応した
植林等施業選定基準の提示

⑤ 森林現況、社会条件を加味した、植林等施業基準の調整

⑥ 植林等事業の事業規模、優先順位(予算配分の考え方) 試算

⑦ 森林整備の目標の提示 (将来予測・目標)

14

計画策定作業の流れ

基本計画策定作業は、おおよそシートに示す通り7つの段階を経て進める。

第一ステップは、森林現況の把握作業である。この作業は、基本的には各区県で整備されている森林調査簿を収集し、集計することで得られるはずであるが、集計に膨大な作業が必要なこと、元データの正確度を評価する必要があること、時点の確認が不可欠であること、新しい植林地等の成果が必ずしも把握できないこと等、課題が残る。このため本基本計画モデルでは、衛星画像を機械的に解析することで、同一の目・基準で広範囲の森林を評価し類型化している。もちろん衛星画像では判断できかねる部分は、既存の公表された報告書、地図等の情報で補完するとともに、コンピュータによる機械的な類型化と現地との適合性を検証するための現地ペリファイ(現地照査)が欠かせない。

第二ステップは、類型化された森林域から、経営管理目的に照らし、森林回復を図る必要がある場所(以下要改良森林域と呼ぶ)を論理的に絞り込む作業である。現状畑や、工場、住居などに使用されている土地は、森林回復計画の対象地とはならない。また、国防等の用地、自然環境保全地域など、明らかに森林管理目的の異なる場所も、森林回復計画に含めるのは妥当ではない。

第三ステップは、絞り込まれた要改良森林域を自然的立地条件に基づくグループに類型化し、自然条件に適した森林回復のための施業を選択していく作業である。植林を考えた場合、適地的木の選定は林業の基本である。どんな自然条件にどんな樹種が植栽可能かは、中国の植林技術基準に定めがあり、この基準を具体的にどのような自然条件の時、どの樹種を取り上げるかを決めていく。このため、植栽と関係の深い自然条件として、雨量・標高・傾斜・土壌等いくつかの自然条件により対象区域をグルーピングしていく。

第四ステップは、自然条件の組み合わせに対応した施業の類型化と、場所毎の当てはめの作業である。

第五ステップは、当てはめた類型化された施業の社会条件、あるいは土地現況との適合性の検証と・調整の作業である。

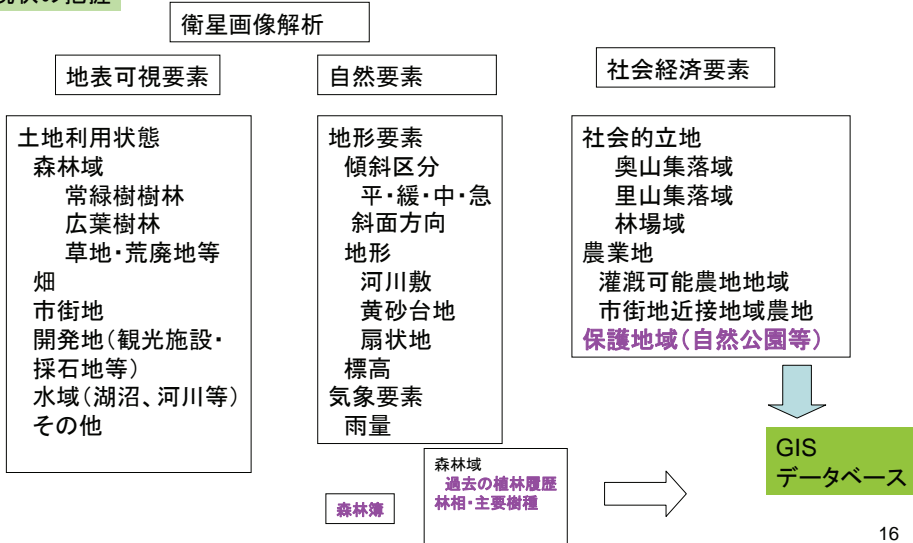
第六ステップでは、対象地域の森林管理の目的に照らし、どの地域から、どのような進度で作業を行うか(予算を配分するか)の基準の検討とその論理的な根拠を示し、全体の資金規模、5年程度を一期とする年次別実施指針を明示する作業である。

そして第七ステップは、この基本計画の結論ともいえる将来目標(将来この地域の森林構成をどのように変えていくか)を森林整備の目標にとりまとめ、下部機関、地域住民に提示していく作業である。

15

目標とすべき森林の姿・配置 => 森林整備の目標

①現状の把握



16

第一ステップは森林および地域の現況把握の作業である。

現況把握は、まず衛星画像を活用して行う。衛星画像は、地上の地物・森林が反射光の強さを画素として数値で記録しており、この数値を、物体の反射特性に応じた値で区切り、ある範囲の数値は森林を表し、ある範囲の数値は裸地を表すといった情報をコンピュータで与えることで、地表の土地被覆・森林の状況を区分する作業である。これにコンター（地形要素）を加味し、様々な複合要素毎に区域を区分し類型化することができる。

地表の可視要素としては、土地利用の状態、すなわち、畑・市街地/住宅地、採石地、湖沼、河川等水面、森林（粗密度）、草地、裸地、その他があげられる。

自然的要素としては、本基本計画では、アメリカNASA提供のDEMデータを利用し、傾斜、斜面方位、標高を把握した。

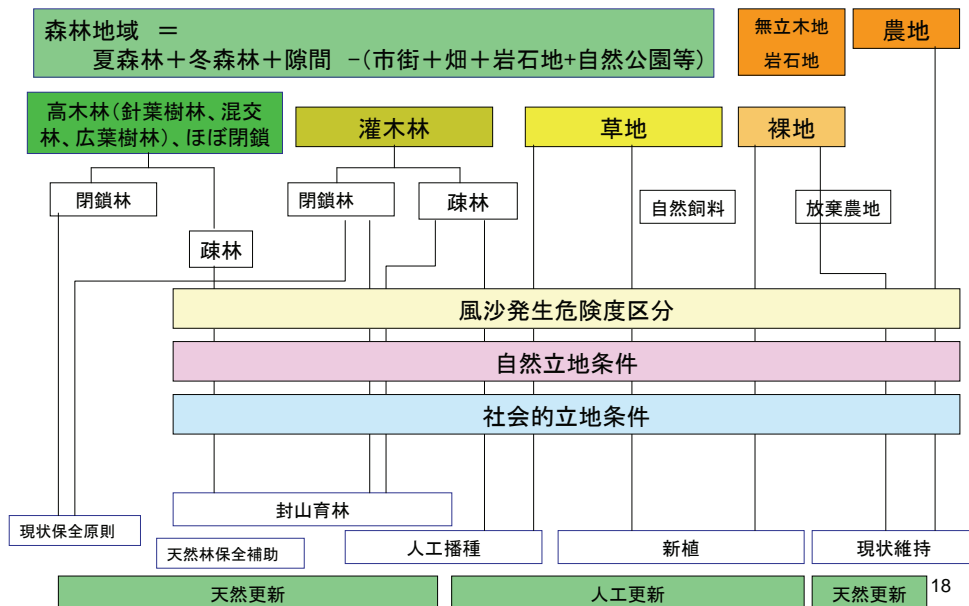
また社会的要素として、集落からの距離を尺度に奥山集落、里山集落域を設定し、住民参加型の森林管理を想定した森林施業を検討することとした。

土地被覆現況を把握するためには、衛星画像は強力なツールであるが、すべてコンピュータ内で数値化して分類できるわけではない。たとえば畑、冬はおおむね作物が無く、画像上では、スペクトル情報による裸地との区別は難しい。また夏の画像では、草地と野菜畑・メイズ畑との区別は難しい。このような地況については、衛星画像を空中写真と同じように利用し、判読による区画が必要である。本基本計画の現況把握でも、衛星画像解析（各波長帯の光を分類し区画する）と衛星画像判読（パソコン画面上で肉眼観察し、手作業で境界線を書き込み区分する）を組み合わせて、土地利用・森林現況図を作成している。

最後に、分類された土地利用・森林現況図は、現有の森林簿との矛盾が無いのか、新たな植栽等の実施箇所（衛星画像では判読できない）があれば追加する等の調整を行い、更に現地踏査により適合性を確認し、森林・土地利用現況図にまとめる。

この過程は実際にはGISを用い、それぞれの要素で区分した（区画した）場所毎にベクトルデータにし（ポリゴンとして）GISデータベースとしてコンピュータに蓄積される。なお本作業ではGISソフトウェア、Esri ArcGIS 9.xを使用している。

森林に区分された場所の施業区分の考え方



② 森林区分と施業区分

このシートでは衛星画像等で区分した森林地帯、その他土地利用との、最終的に選定する森林回復のための施業の選択との関連を概念的に示している。

計画対象地域は、森林地域と無立木地あるいは裸地および農地に大きく分けられる。

裸地には、植生のない荒地のほか、市街地、住宅地、工場、採石地、観光施設等の開発地が含まれる。

森林回復計画の対象地は、森林である地域と森林にすべき(したい)地域で、かつ自然公園など森林であっても他の用途目的に供されているあるいは供されることが決まっている地域を除いた地域である。
この除かれる地域には水域、道路敷き(鉄道を含む)が含まれる。

森林域は、森林の内容によって、可能な限り中国の基準に合う分類基準に沿って分類すべきであるが、今後の施業を考えるとの前提に立てば、森林の質的違い、特に樹冠粗密度を尺度に区分していくことが合理的であり、かつ衛星画像というツールを活用していくうえで技術的にみて便利である。

本基本計画では、樹幹粗密度(葉緑素に反応する光バンド帯をいくつかに分けて)を基本として分類する。分類の区分は ①閉鎖森林、②準閉鎖森林、③閉鎖灌木林、④準閉鎖灌木林、⑤開放灌木林の5区分とした。

なお、開放森林という区分を作らなかったのは、この地域では、上木がわずかに残る森林にはおおむね灌木層を伴っており、閉鎖または準閉鎖灌木林と開放森林(上木の樹幹粗密度が10%程度で灌木層を伴う)の区別は困難(10%程度の上木樹冠の反射波は画素単位で現れてこない)ことから、灌木林に含めることにした。

施業の側からみると、

- ① 裸地は、岩石地など森林内施業除地となり天然更新で対応すべき場所と、森林再生を図るべき場所が区分される。
- ② 草地は、自然草地として維持すべき場所(山村集落民の家畜用自然草地)と森林回復すべき草地に区分される。
- ④ 畑地は、退耕還林対象農地と農業振興農地とに区分される。
- ⑤ 森林地帯は、現況質の高い森林で植栽等の回復措置ではなく森林維持を図るべき森林と、回復措置を加えるべき森林に区分される。人工更新の場合は、植栽・補植・播種等の施業内容毎の対象地に区分される。

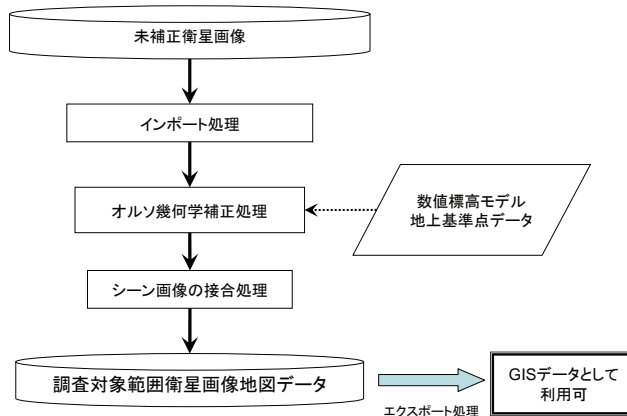
19

3. 衛星画像解析

3.1 衛星画像準備

20

衛星画像準備の作業フロー



処理フローチャート

21

衛星画像準備

本基本計画の森林等現況把握に使用する衛星画像の選択には、その目的を満たすように次の点を考慮した。衛星画像の地上解像度は、目視判読を行うことを考慮すると可能な限り高解像度の物が望ましいが、一般的には解像度が高くなるにつれて画像価格も高価となる。さらに調査対象地域が広範囲にわたる場合は、調査対象物が十分に識別できる解像度よりも必要以上に高解像度の画像を選択すると、そのデータ量が増加するために解析処理に余分な時間を要することになる。また、高解像度化に伴い、一度に撮影できる範囲が一般的に狭くなり、これが広範な調査地域をカバーする上で、撮影時期の同一性を確保する際の障害ともなるため、調査地域の全域をカバーするような撮影時期の揃った衛星画像を入手することが困難となる。以上のことを考慮し、本基本計画ではフランスのSPOT-5衛星画像を採用した。結果的に、このSPOT-5衛星データでは、パンクロマチック(グレースケール)画像が地上解像度2.5mで、調査対象地域をおよそ6～10シーン、マルチスペクトル画像では地上解像度10mでおよそ7シーン程度で調査対象地域の全域をカバーすることができた。パンクロマチック画像とマルチスペクトル画像の両方とも1シーンは60km四方の範囲を観測しており、また、対象地区の形状や範囲に応じて必要であれば1/2シーンや1/4シーンの範囲での注文も可能となっている。

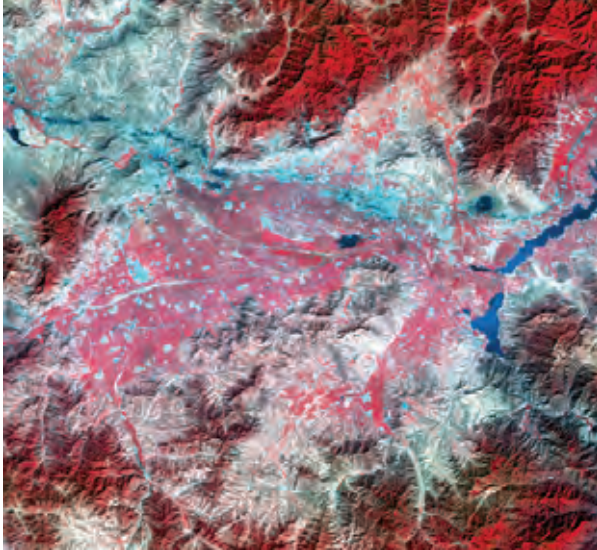
次に衛星画像(SPOT衛星マルチスペクトル画像)を利用する上で、前処理として必須となる衛星画像の幾何学的な変換について記述する。この処理を行うことで、衛星画像の全ての画素に対して地理座標との対応付けが可能となる。その解析結果のデータをGeoTIFF等のフォーマットへ変換することで、各種GISソフトウェア上で地理座標を持った衛星画像地図としてインポート可能となり、表示・解析などが行えるようになる。

処理の流れとしては、次のステップで処理を行う。

- ① 既存資料(地形図等)から、画像と対応する地理座標を持った地上基準点(GCP (Ground Control Point))を付与する。
- ② 数値標高モデル(DEM: Digital Elevation Model)を用いて地形の起伏による歪を補正するオルソ補正処理を行う。この際に、調査対象地域が複数の衛星画像シーンにまたがる場合は、ある特定のシーン画像のみに幾何補正処理の誤差が偏らないよう、複数画像の全体に誤差を分散させるバンドルブロック調整を用いる。
- ③ オルソ補正により画像のすべての画素が地理座標に対応した、いわゆる地図画像となり、複数シーンを接合処理することによって、最終的に調査対象範囲全域を含む衛星画像地図が完成する。
- ④ 補正済みの衛星画像をGISソフトウェアが読み込み可能なデータフォーマットでエクスポートし、最終的にGISソフトウェアでそのデータをインポートし後の解析処理に用いる。

22

SPOT衛星画像サンプル



プロダクト処理レベル1A
マルチスペクトル画像(フォルスカラー表示)
地上解像度 10m

23

図はSPOT-5のマルチスペクトル画像をフォルスカラー合成(画像表示のR:G:BをSPOTデータのIR:R:Gと割付)として示している。画像の地上解像度は10mであり、60km四方の範囲が観測されている。

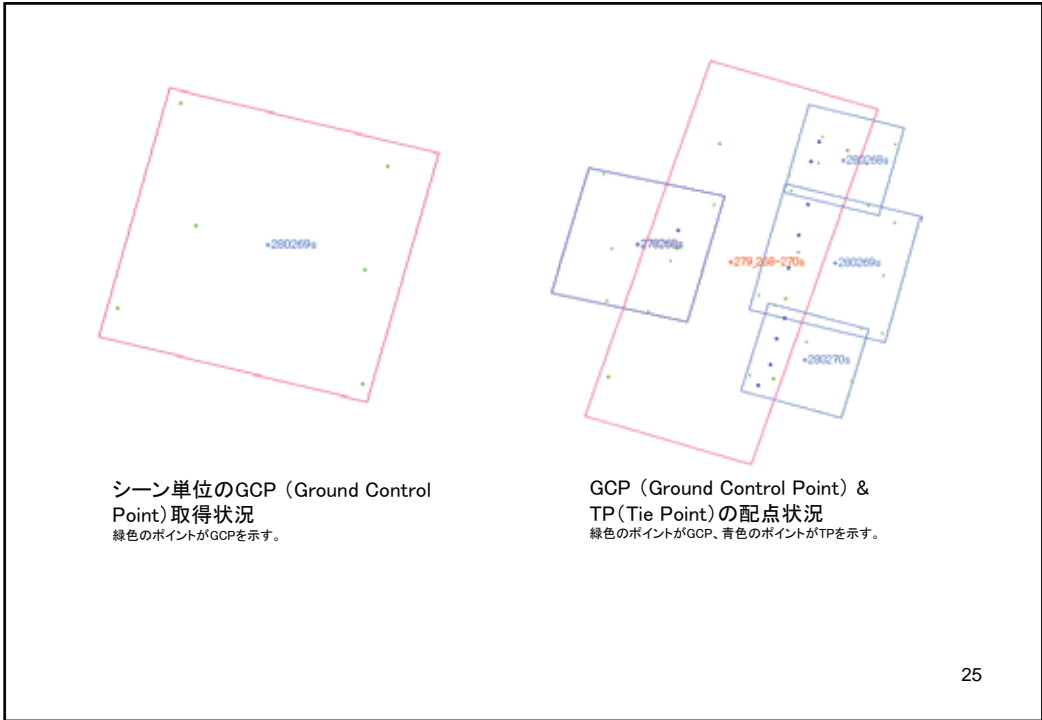
SPOT衛星画像は一般的にDIMAP形式で配布されており、その画像は一般的な画像解析ソフトウェアで読み込むことが可能なGeoTIFFフォーマットで格納されている。

プロダクト処理レベルが1Aの場合、その衛星画像はセンサーのシステム補正や地球の丸みによる歪といった基本的な補正のみが施されており、そのままでは画像を構成する各画素は、地理座標に対応付けされていない状態となっている。これをGISデータとして利用するためには幾何補正処理が必要となる。この処理は衛星画像に写されている地物に対してGCP (Ground Control Point)を設定し、既存の地形図やGPS観測から取得した地理座標データに対応付けることで、幾何学的な歪を除去する処理である。

また、もとの衛星画像は、地形の起伏が原因で発生する幾何学的な歪を含んでいるため、別途用意した数値標高モデル(DEM: Digital Elevation Model)を使用し、観測時のセンサーの位置・姿勢情報を加味した上で、この地形歪を除去することでオルソ画像へと補正される。

この処理により補正されたオルソ画像は、地形図に重なる衛星画像地図として利用できるようになる。その後、この画像をベースとした解析処理により抽出された各種の情報は、最初から地理座標に整合した解析結果として扱うことができ、そのままGISデータとして利用することが可能となる。

24

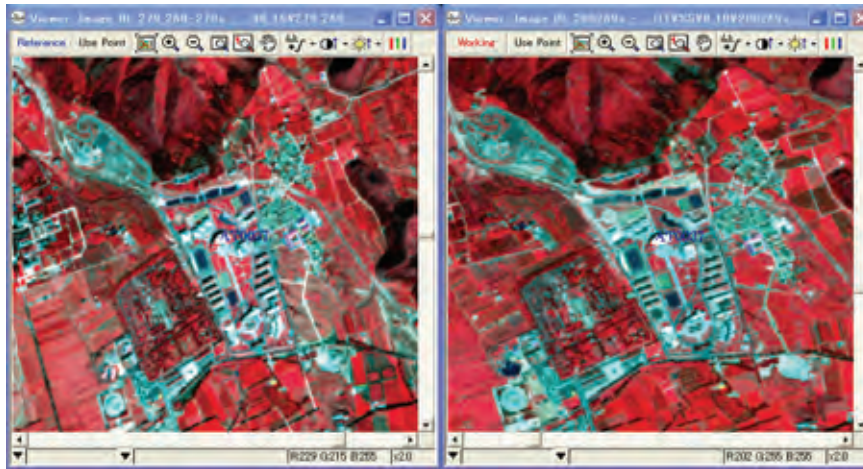


オルソ補正のためのGCP (Ground Control Point)およびTP (Tie Point)の設置

左図はシーン単位の衛星画像に設定したGCP (Ground Control Point) の空間的な配置状況を示している。補正処理に必要なGCP (Ground Control Point) のポイント数は処理に使用するソフトウェアおよび衛星画像の種類 (センサーの種類とデータプロダクトの処理レベル) によって変化する。PCI GeomaticsによるSPOT-5 (処理レベル1A) のオルソ補正処理の場合、最低1シーンに6点のGCPが必要となる。実際の画像上で明瞭に認識可能な特徴的な点をGCPとして選び出し、かつ、それらの点が図のように画像全域に広範囲に、偏りなく分布するように設定する。衛星画像の枠が北方向に対して斜めになっているのは人工衛星の軌道が経度に対して斜交しているためである。

右図はシーン単位のGCPを付与した後に、TP (Tie Point)を設定してそれぞれのシーンの位置関係を結びつけている様子を示している。シーン単位の画像にGCP (Ground Control Point) を付与した後、さらにシーン同士のオーバーラップ部分で、シーン画像相互の位置関係を固定するためのTP (Tie Point)を設定する。GCPとTPの両方を用いて、局所的にある特定のシーンにのみ誤差が偏らないよう、それぞれのシーン同士の位置関係を相互的に調整計算を行って、全てのシーン画像が均一な位置精度で収束する補正モデルを算出する。

最終的に計算された補正モデルにおいて、全体としての位置精度が、通常GCPのRMSEが1画素以内に収まるように調整を繰り返す。これにより決定された補正モデルをそれぞれシーン毎の衛星画像に適用して補正処理を実行する。



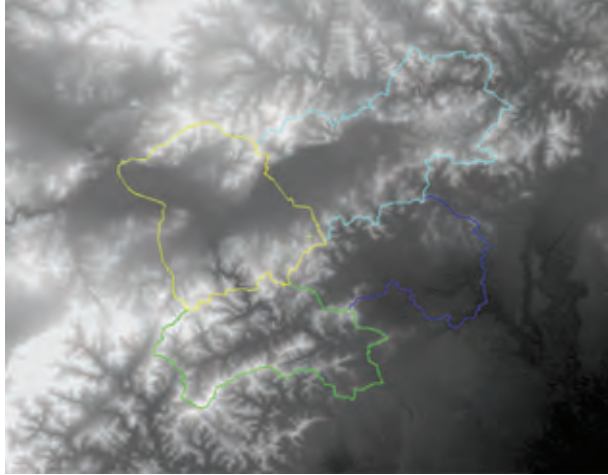
TP(Tie Point)の取得状況

TP(Tie Point)の取得状況

シーン画像が相互に重なり合うオーバーラップ部分において、2画像に共通する明瞭な地物を探して、TP(Tie Point)として対応付けを設定する。オルソ補正の補正モデルを計算する際には、相対的なシーン相互の位置関係を示す情報として利用される。

TPは地理座標を与えなくともよい場合、画像のオーバーラップ部分を目視で探索して、図のような季節変化および経年変化の影響の少ないと思われる人工構造物(建造物や道路等)を優先して取得する。斜め撮影が可能な衛星画像の場合は、それぞれの画像ごとに撮影方向が異なると対応点としての誤差が大きくなるため、突出した建築物などは設定しないように注意する。ソフトウェアによっては画像の自動マッチング処理により、自動的にTP(Tie Point)を取得するものもあるが、その使用については補正モデルの残差計算結果の変化に注意しつつ利用する必要がある。自動取得した特定の点の残差が極端に大きくなる場合があり、各画像上での対応状況をよく確認し不要な点を残さないように注意する。

数値標高モデルの入手



数値標高モデル(DEM: Digital Elevation Model)

29

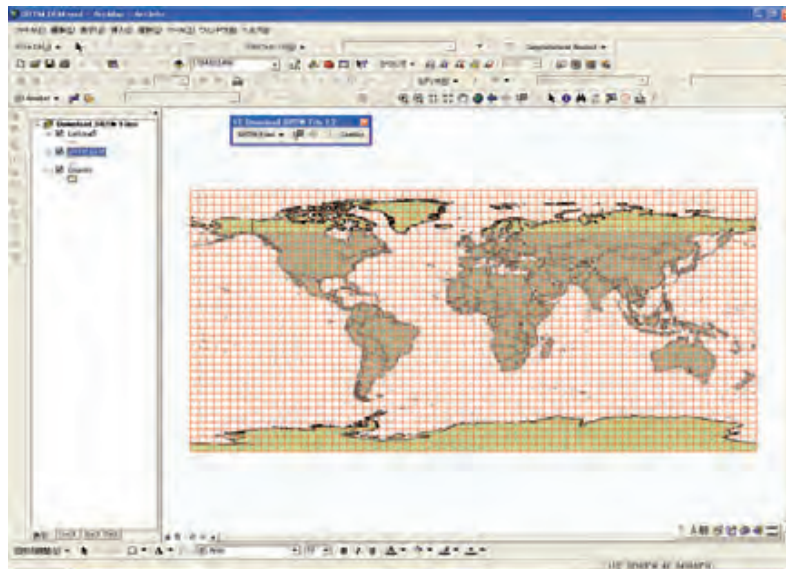
オルソ補正に使用した数値標高モデル(DEM: Digital Elevation Model)

地形の凹凸による画像の歪を補正するために、対象地域をカバーするDEMデータを使用する。今回は米国スペースシャトル搭載のレーダーにより計測し、インターネット上で一般公開されているSRTM-3を使用した。このデータは緯度経度とも3秒間隔の標高値データを記録したグリッドデータであり、換算すると約90m間隔の面的な数値標高モデル(DEM: Digital Elevation Model)となっている。このSRTM-3は緯度60度以下の全世界規模で整備されており<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/> から無料で入手可能である。さらに、より解像度の高い1秒間隔(約30m間隔)のデータも計測されており、アメリカ合衆国内は無料公開されているが、それ以外の地域については有料で配布されている。

無料公開されているデータは、緯度経度毎に区画されたファイルとなっているため、データのダウンロード後に、その緯度経度の位置情報を基に、それぞれの個別のデータファイルを接合し調査対象地域をカバーする1つのデータへ統合する。図はその接合した結果を示しており、標高値(単位:メートル)を輝度値としたグレースケール画像で表現したものである。標高値の高いところほど明るく表示されている。また、調査対象地域の4区県の境界線を重ねて表示している。

30

Import from SRTM to ArcGIS



31

Import from SRTM to ArcGIS

Downloads ArcScripts [XT_SRTM_102_7]

<http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=13976>

Requires :

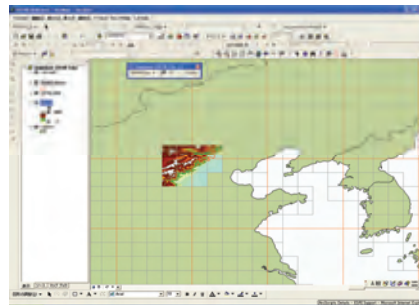
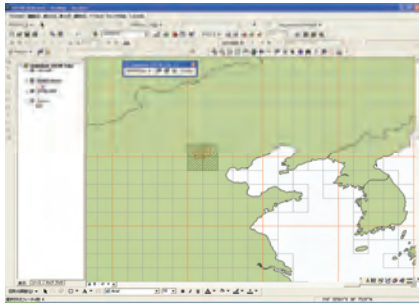
ArcGis version 8.2 or higher,
Spatial Analyst Extension License.

上記で示したArcGISのスクリプトを利用することで、SRTMデータの必要なエリアを容易にArcGISで使用できるデータに変換することができる。このスクリプトは無償であるが、利用にはArcGIS 8.2以上とSpatial Analyst Extensionが必要である。

図はArcGISでSRTM-3をインポートする際の画面である。
スクリプトを反映すると図中の「XT Download SRTM File」ツールが利用できる。

32

Import from SRTM to ArcGIS



33

Import from SRTM to ArcGIS

「XT Download SRTM File」ツールを用い、必要な範囲を選択し、インポートを実行すると、選択範囲の SRTM データが GRID 形式で保存され、ArcGIS で様々な表現や解析が可能となる。インポート後の図は段彩図で表現したものである。

SRTM-3 はその名が示すように、3 秒毎の標高データが整備されており、北京等の中緯度帯では、約 90m 毎のデータとなっている。

34

ArcToolboxから「3D Analyst」-「Raster Surface」-「Contour」もしくは「Spatial Analyst」-「サーフェス」-「Contour」を実行します。

この処理には3D AnalystまたはSpatial Analystエクステンションライセンスが必要です。

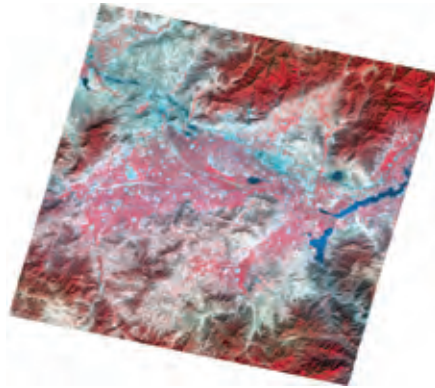
The screenshot shows the ArcToolbox interface with the 'Contour' tool highlighted in the '3D Analyst' and 'Spatial Analyst' toolsets. The 'Contour' dialog box is open, showing the 'Input raster' field, 'Output polyline features' field, 'Contour interval' set to 10, 'Base contour (optional)' set to 0, and 'Factor (optional)' set to 1. The dialog box also includes 'OK', 'Cancel', 'Environment...', 'Help', and 'Tool Help' buttons.

35

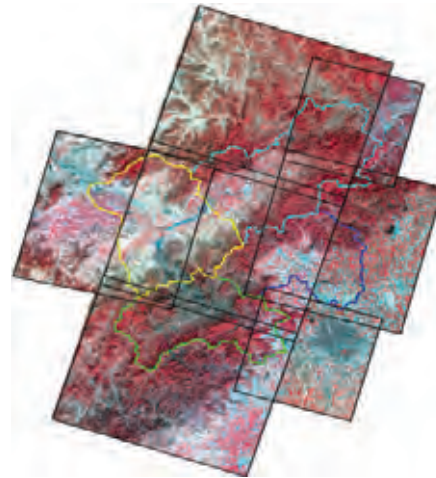
黄色のラインが作成したコンター(100m間隔)

The image displays a topographic map where a terrain is rendered in shades of yellow and green. Overlaid on this terrain are numerous thin, yellow contour lines that represent lines of equal elevation. The lines are spaced at 100-meter intervals, as indicated by the caption. The map shows a complex, irregular terrain with many small peaks and valleys.

36



オルソ補正結果(シーン画像)



接合結果画像(調査対象地域全域)

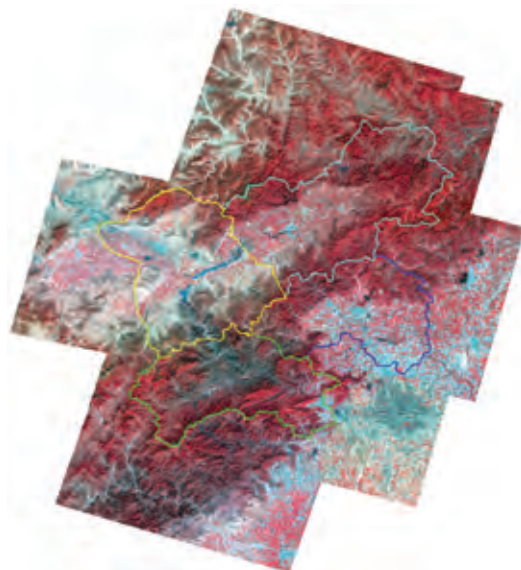
37

オルソ補正結果およびシーン画像の接合処理

左図はオルソ補正後のシーン画像を示している。地理座標系に整合するように、元衛星画像を回転・縮小等の変形補正と、加えて数値標高モデル(DEM: Digital Elevation Model)を用いた地形歪の除去を行った画像になっている。この補正処理により画像を構成する全ての画素が地理座標に対応付けされている。この補正処理は調査対象地域をカバーする複数のシーン画像それぞれ、別個にシーン単位に行われるため、この段階ではシーン単位の個別の衛星画像として補正結果が出力される。

右図はオルソ補正されたシーン画像を接合する様子を示している。オルソ補正処理は衛星画像のシーン単位に行われるため、その結果のシーン単位の画像を接合する必要がある。図の黒枠が画像シーン境界線を、カラーのラインが調査対象範囲(4区県)を示している。シーン単位の個々のオルソ補正済み画像を、重なり合う画像同士で色調の統一を図りながら接合処理を行う。この接合処理により調査対象範囲全域をカバーする衛星画像地図が完成する。

38



衛星画像地図(調査対象地域4区県をオーバーレイ)

衛星画像地図(オルソ画像)

接合処理を行った結果の画像を示す。調査対象地域の4区県境界線をオーバーレイ表示してある。この衛星画像を元にして、その後の解析処理を実施して、地表面の各種情報の抽出を行い、GISデータベースを作成する。