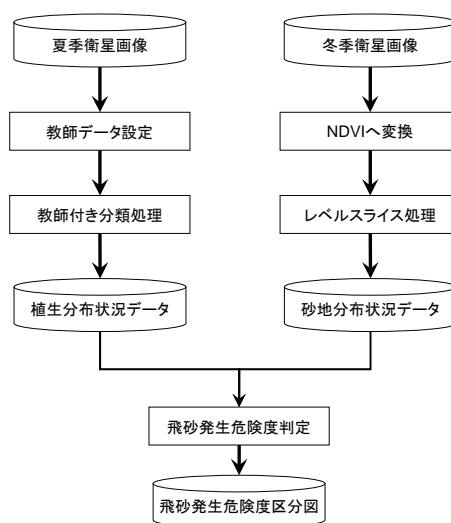


3.2 教師データ、地表面の分類（衛星画像解析）

41

衛星画像解析処理フローチャート



42

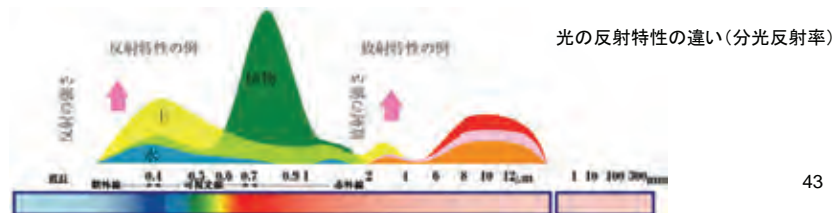
① 衛星画像解析

オルソ補正および接合処理により作成された夏季および冬季の補正済み衛星画像について、2時期の地表面状況を把握するための解析処理を行う。最終的に、その2時期の解析結果を統合判定し飛砂発生危険度区分の評価をおこなうものである。

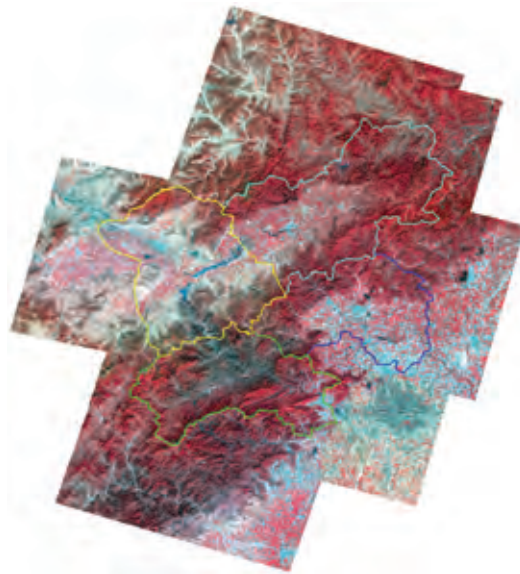
夏季衛星画像からは、目視判読により後述する分類項目毎の教師データを取得した後、教師付き最尤法分類を行って植生の分布状況把握のための分類画像を作成する。冬季衛星画像では、調査対象地域の全域についてNDVIを算出した後、レベルスライス処理によって植生の活性度を基準にした相対的な段階区分と砂地範囲の抽出を行った。これら2時期のデータを組み合わせた判定により飛砂発生危険度を特定し、飛砂発生危険度区分図を作成する。

衛星画像には、その衛星の搭載しているセンサーにもよるが、一般的な地球観測衛星の場合は可視光線の他に近赤外線や短波長赤外バンドの光を捉えたバンドのデータも含まれる。このような各バンドデータは、それぞれ対応する波長領域における対象物の反射光の強さが記録されている。地表面を構成する様々な物体は、下図に示すように波長毎の反射特性が物質の種類や性質によって異なり、たとえば植物の場合には近赤外バンドで特徴的な強い反射を示すことが知られている。このような反射特性の違いを利用して対象物の識別を行うのが画像分類の原理である。

解析には画像解析ソフトウェアPCI Geomatica V9.1を使用した。



② 植生分布状況解析(夏季衛星画像)



44

植生分布状況解析(夏季衛星画像)

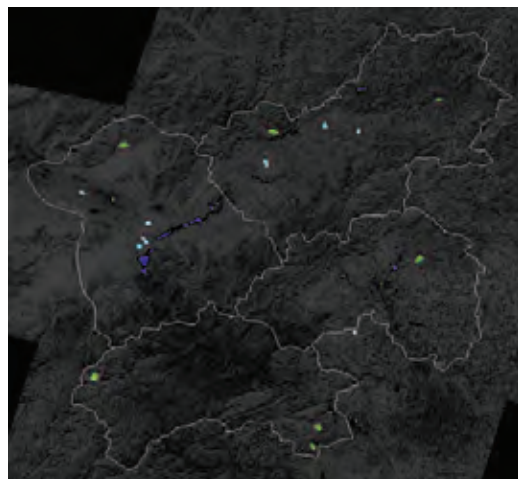
夏季の補正済み衛星画像を用いて、調査対象地域の植生分布状況の解析を行う。
本基本計画では衛星画像解析に先立って、事前の現地調査による教師データが入手できない制約を考慮し、下記の分類項目を設定し、現地調査情報を使用せずに衛星画像の目視判読によって教師データを取得することで教師付き分類を実施した。事前に現地情報が存在する場合には、その情報レベルに応じて、より詳細な分類を行える可能性が高くなる。

夏季衛星画像分類項目

- ・裸地
- ・人工構造物
- ・耕作地
- ・森林
- ・水域

上記の分類項目毎に、衛星画像上で目視判読を行い、教師データ範囲を設定する。この段階での分類はあくまでも広域の均一な分類であることを念頭に置き、教師データは可能な限り同一項目内でも広範囲にわたって取得するようにして、地域性によるばらつきが平均化されるように留意する。

45



分類項目	カラー
裸地	赤
人工構造物	黄
耕作地	水色
森林	緑
水域	青

教師データ取得状況

46

③ 教師データ取得状況

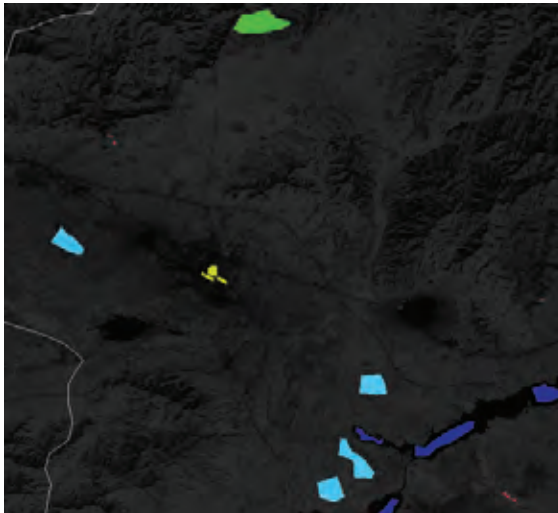
各分類項目の教師エリアを目視判読により抽出して画像上に設定する。基本計画においては現地調査情報が利用できないため、あくまでも分類対象となる衛星画像の目視判読を基に判断を行い教師エリアの設定を行った。水域は主として官庁ダムの水面を取得し、裸地については、官庁ダム南東岸の天漠や採石場などを選択した。耕作地は区画整理された明瞭な場所を選び、人口構造物は緑地を含まない市街地を取るように留意した。森林は山間部の植生域について、極端に暗い影部分を除いて取得した。

教師付き分類は最尤法を採用した。最尤法分類はマルチスペクトル画像分類で一般的に利用される手法であり、各スペクトルバンドの各分類項目の統計量が正規分布になるものと仮定し、与えられた画素が特定の項目に属する確率(尤度)を計算する。分類対象となる画像の各画素は尤度が最も高い分類項目に割り当てられることになる。これを繰り返すことで画像の各画素を分類項目に割り付けていく操作を行う。

図は教師エリアの取得状況を示している。凡例のカラーが示すとおり、各項目の教師エリアは偏りのないようにできるだけ画像全域の広い範囲で取得するように設定する。

47

植生分布状況解析(夏季衛星画像)



分類項目	カラー
裸地	赤
人工構造物	黄
耕作地	青
森林	緑
水域	藍

教師データ取得状況(拡大図)

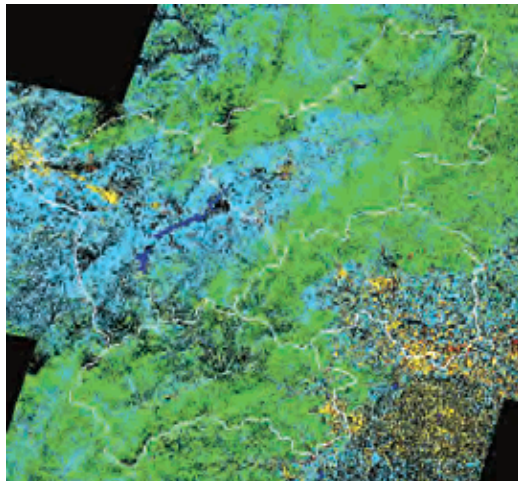
48

教師データ取得状況(拡大図)

図は教師データ取得状況の拡大図を示している。
実際の教師エリア取得作業は、背景に表示する衛星画像をマルチスペクトル画像を用いたカラー表示にした上で実施する。
教師エリア取得に際して、今回は事前の現地調査情報が使用できなかったため、衛星画像による地物判読とその推測を頼りに、各項目の教師エリア取得を実施した。
分類項目に対応する地物とその場所のデータ(いわゆるトゥルースデータ)が存在し、衛星画像上でその対応する場所が特定できるのであれば、より細分化された精度の高い分類結果が期待できるようになる。

49

④ 植生分布状況解析(夏季衛星画像)



分類項目	カラー
裸地	赤
人工構造物	黄
耕作地	水色
森林	緑
水域	青

植生分布状況解析結果

50

植生分布状況解析結果(夏季衛星画像)

画像分類とは通常複数の波長バンドで観測される衛星画像の各画素について、その複数の特徴量で定義される特徴空間内で、何らかの分類基準を適用して分割し、その中に含まれる等質と判断された領域に属する画素の集合を分類項目に割り振る処理である。

目視判読により取得した教師エリアデータを使用する教師付き分類のうち、最もポピュラーな最尤法(Maximum Likelihood Classification)によって分類処理を行った。最尤法では、対象とする画素が、ある分類項目から得られたとした場合の確率を示す尤度を計算し、その尤度が最大となる項目に分類する方法である。尤度の算出は特徴空間における各項目の分布パターンに確率密度関数を求めて多次元正規分布を仮定し、平均や分散・共分散を教師データから推定する方法で行う。最尤法は画像分類で使用頻度の高い手法であるが、平均や分散・共分散を精度よく推定するためには十分な量の教師データを取得する必要がある。

図は最尤法分類結果を示し、各分類項目は凡例で示した色付けで表現されている。なお黒色はいずれの分類項目にも区分されなかった未分類項目に相当するが、主として急峻な地形による影部分の影響が大きいと考えられる。

基本計画の段階では、この分類結果に対する精度検証を行う現地調査情報が存在しないため、各分類項目の複数の箇所において、あくまでも画像の目視によって得られる知見のみで分類結果の妥当性を確認し、大幅に目視の結果と整合しないようであれば、逐次教師データの追加取得および修正を行い再分類を繰り返して分類精度の向上を図る。

⑤ 衛星画像解析結果の現地検証調査



3. 土地調査状況 (土地分類別結果)						
分類項目	面積	割合	面積	割合	面積	割合
森林	1,234,567	78.5%	1,234,567	78.5%	1,234,567	78.5%
農地	123,456	7.8%	123,456	7.8%	123,456	7.8%
水域	56,789	3.6%	56,789	3.6%	56,789	3.6%
人工構造物	23,456	1.5%	23,456	1.5%	23,456	1.5%
未分類	10,123	0.6%	10,123	0.6%	10,123	0.6%

衛星画像解析結果の現地検証調査

夏季衛星画像による植生分布状況解析結果と、後述する冬季衛星画像による砂地分布状況解析結果とを統合することで、飛砂発生危険度区分図が作成される。夏季・冬季の画像分類結果および飛砂発生危険度区分結果について現地検証調査を実施し、図のような調査記録簿としてまとめ、解析精度の妥当性を判断する。

調査ポイントの選定にあつては、4区県にそれぞれ調査ポイント数を均等に設けるようにする。可能な限り調査対象地域を広範囲に網羅するように設定すべきではあるが、調査期間や現地へのアクセスが困難かといった制約条件も考慮せねばならない。また、夏季と冬季の画像分類項目および飛砂発生危険度区分の結果について、各項目・各区分の偏りが少なくなるように調査地点を選抜することが必要である。しかし、ある特定の注目すべき分類項目や、特定地域で高頻度に出現するような特定の地物については、その状況を詳しく把握するために別途調査ポイントを追加する必要も想定される。

本基本計画では、4区県のそれぞれに調査ポイントが10～15点となるようにし、上述の考えに沿って調査ポイントを設定し、その現地踏査結果を図に示したような記録簿にまとめた。左図の上段は、左が飛砂発生危険度区分図、右がSPOT衛星画像(フォルスカラー)を示しており、調査ポイントまでのアクセスや周辺状況の確認に利用する。中段に現地で撮影した状況写真を示し、下段にはその調査ポイントの衛星画像解析による分類・区分結果と、それに対する現地状況のコメントを記載している。また、右図の通り、より詳細な現地状況についての記載が出来るような記録簿も用意した。

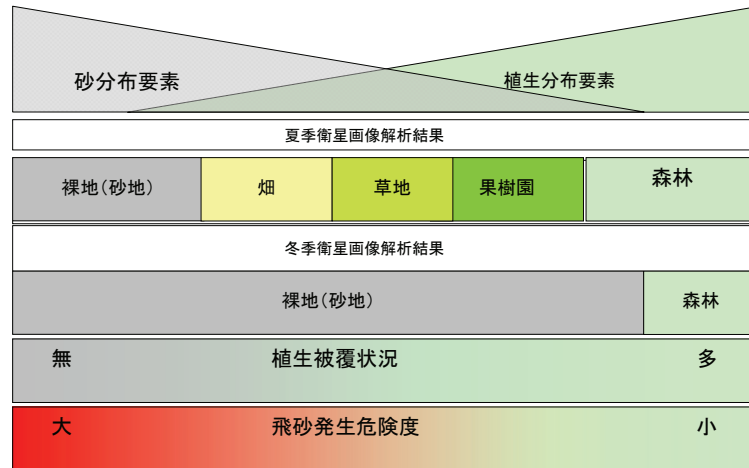
この現地検証結果により、衛星画像解析結果の精度を評価する。本基本計画では、衛星画像解析結果に対して全調査ポイント46点のうち、38点(約83%)が現地検証結果と整合している結果となった。

53

4. 飛砂発生危険度分析

54

飛砂発生危険度評価の考え方



55

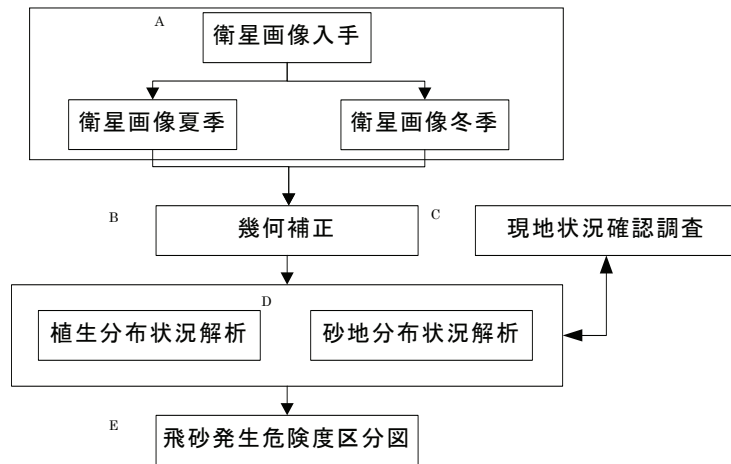
飛砂発生危険度の判定

本基本計画が扱う森林回復計画は、飛砂の発生を抑制するため、植生による被覆を出来るだけ早く効率的に進める指針を得ることにある。このため、第一に、植生の被覆が乏しくかつ風の影響を受けやすい場所を見つけ出し、そのような場所を多く含む郷鎮等行政単位により優先して行政資源を投入していくことが妥当かつ効率的な行政計画であるべきであるとの考え方に立脚する。ここでは、砂の移動が引き起こされる危険性に着目し、地表面に存在する砂と風による影響とを総合的に評価し、飛砂発生の危険性の度合いを相対的に評価し対象地域を5段階に区分した。

解析にはSPOT衛星画像として冬季画像及び夏季画像を用いた。

56

衛星画像解析フローチャート

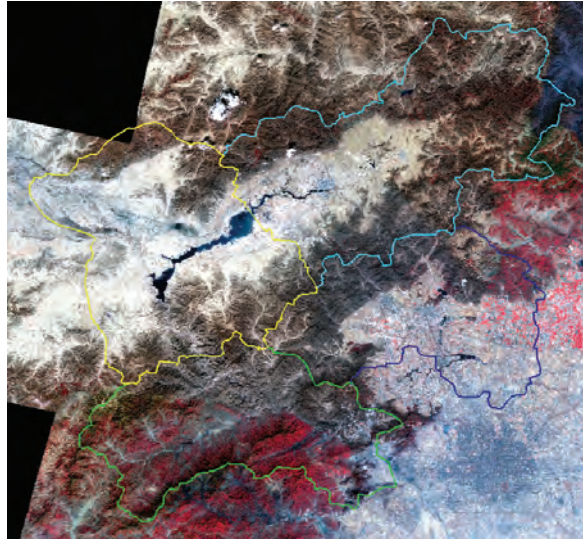


57

4.1 地表情報の読み取り

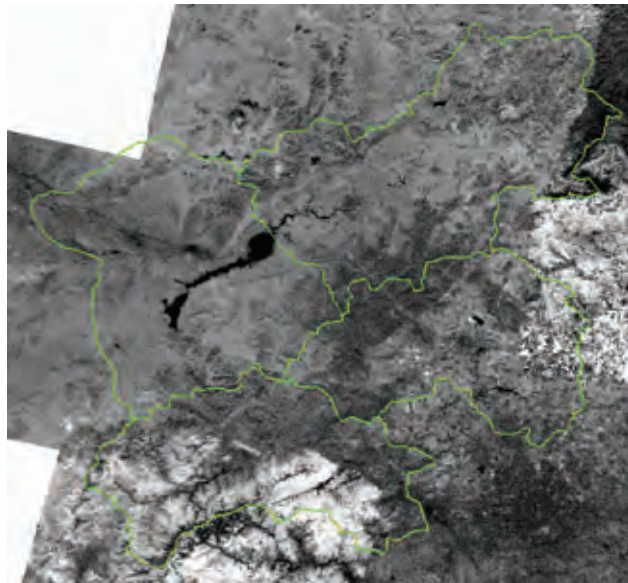
58

① 砂地分布状況解析(冬季衛星画像)



冬季の衛星画像地図

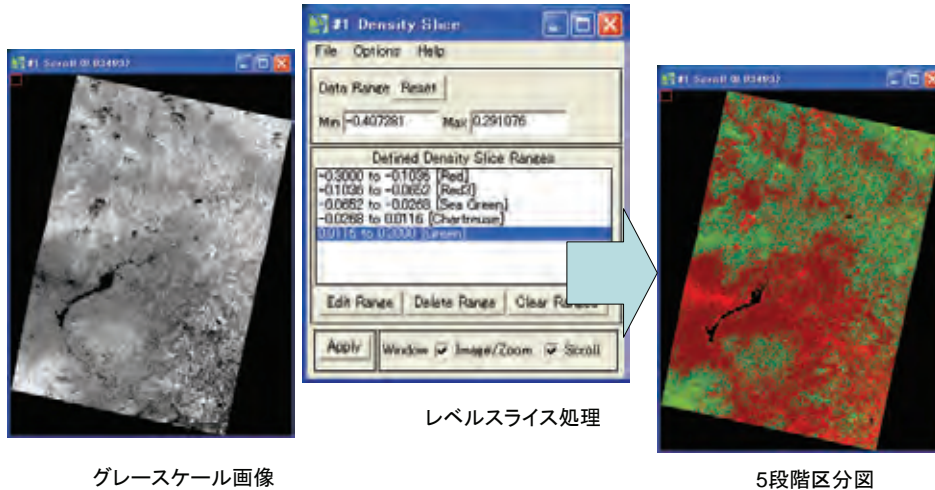
59



NDVI グレースケール表示

60

② 砂地分布状況解析 (NDVIレベルスライス処理)



61

砂地分布状況解析 (NDVIレベルスライス処理)

冬季衛星画像から植生の活性度と相関の高いNDVIに変換した画像作成し、その値を基準にして相対的な区分を行った。

NDVIは植物の光合成に必要なクロロフィルが赤色の波長を吸収し、かつその葉が細胞構造によって特徴的に近赤外バンドの光を強く反射する現象を利用して、可視域の赤バンドと近赤外バンドの比演算によって得られる植生指数である。この値は植生の光合成能力と高い相関関係を示すといわれている。

NDVI算出式は以下の通りである。

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

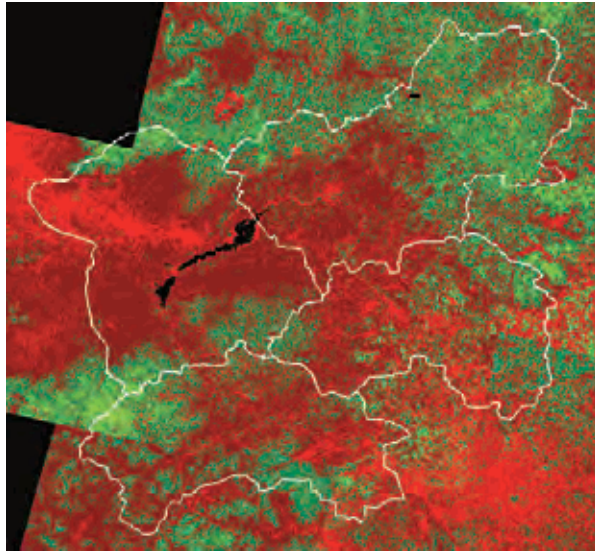
NIR: 近赤外バンド / RED: 可視域の赤バンド

算出されたNDVIをグレースケールで表示すると、明るいところほど、NDVIが高い、つまり植生の活性度および存在度が高いことを示すことになる。

このNDVIのデータを5段階にレベルスライス処理して、区分画像を作成する。

62

砂地分布状況解析(冬季衛星画像)



区分	カラー
裸地	赤
植生ごくわずか	茶
植生わずか	緑
森林(落葉樹林)	黄緑
森林(常緑樹林)	濃緑

砂地分布状況解析結果

63

砂地分布状況解析(NDVIレベルスライス処理)

レベルスライス処理では区分すべき項目毎に、その値の範囲を数値で指定して項目の定義づけを行う。

この数値範囲の指定については、以下に述べる夏季および冬季衛星画像目視判読に基づく推定、および既存の植生図を参考に設定する。

まずはじめに、冬季の画像上に存在する植生を常緑樹林と仮定する。この範囲にマッチするように閾値を調整して項目定義を行う。次に、植生の存在しないと推定される「裸地」に相当する範囲も、冬季の画像から目視判読で読み取り、これに相当する区分範囲の閾値を決定する。

ここまでで分類した区分の間に相当する範囲が落葉樹林を含む植生域を表しており、この範囲を夏季の画像および既存の植生図を参考にして、落葉樹林の範囲を仮定しつつ、閾値を調整し、植生存在度を元にした相対区分を行う。

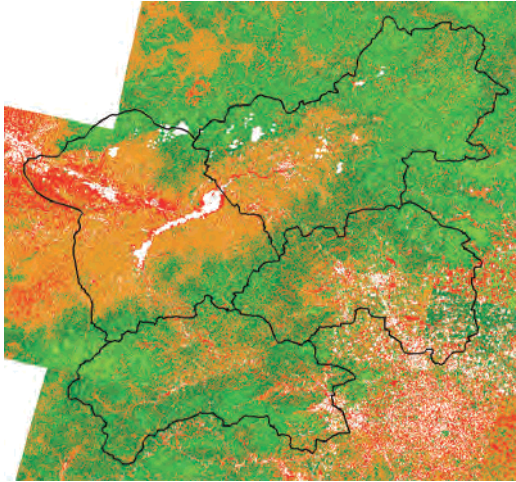
これにより区分項目は下記の通りと定義される。植生の存在有無については明瞭な区分となるが、その存在度についてはあくまでも相対的な区分となっている。森林域については、前述の通り、冬季の現地状況からの推定で、NDVIで明瞭に分けられる2つの区分を常緑樹と落葉樹と定義した。

NDVIによる区分項目

- ・裸地
- ・植生ごく僅か
- ・植生わずか
- ・森林(落葉樹林)
- ・森林(常緑樹林)

64

③ 飛砂発生危険度判定



飛砂発生危険度区分図

飛砂発生危険度判定表

		植生分布状況解析(夏季) 最尤法分類			
		裸地	人工 構造物	耕作 地	森林
NOV レベル スライス	裸地	5	0	5	4
	植生ごく 僅か	5	0	4	3
	植生わず か	5	0	3	2
	落葉樹林 に相当	5	0	2	1
	常緑樹林 に相当	5	0	1	1

65

夏・冬の衛星画像から、それぞれ裸地、植生(多い、中庸、少ない)、耕作地、人工構造物(市街地等)を取り出し、右表の組み合わせの状態により5段階評価し、GIS上に表示した。

冬季	夏季	風砂発生危険度	想定される土地利用状況
裸地	裸地	5	荒地・荒山・人口改変地・幼造林地
	人工構造物	0	評価対象外(市街地・集落・道路等)
	耕作地	5	耕された農地(植生なし)
	森林	4	疎な果樹園
植生ごく僅か	裸地	5	荒地・荒山・人口改変地・幼造林地
	人工構造物	0	評価対象外(市街地・集落・道路等)
	耕作地	4	不耕起農地等
植生僅か	森林	3	疎な果樹園
	裸地	5	荒地・荒山・人口改変地・幼造林地
	人工構造物	0	評価対象外(市街地・集落・道路等)
	耕作地	3	不耕起農地等
森林(落葉樹林・灌木林)	森林	2	疎な果樹園+
	裸地	5	伐採地等
	人工構造物	0	評価対象外(市街地・集落・道路等)
	耕作地	2	農地化地域
森林(常緑樹林)	森林	1	落葉樹林・灌木林
	裸地	5	伐採地等
	人工構造物	0	評価対象外(市街地・集落・道路等)
	耕作地	1	農地化地域
	森林	1	常緑樹林

66

飛砂発生危険度区分図および危険度判定表

植生分布状況解析(夏季衛星画像)と砂地分布状況解析(冬季衛星画像)結果を統合評価するため、右表の判定表により飛砂発生危険度の5段階評価区分を行った。

左図が飛砂発生危険度区分図を示す。5段階の凡例は右表の危険度数値の通りである。

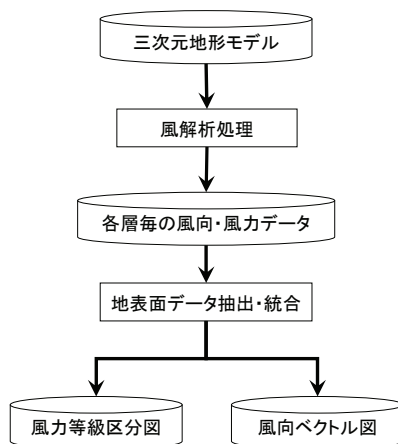
衛星画像解析処理はラスターデータとして処理を行っている。GISへ衛星画像解析結果データを統合するために、この後、モードフィルターにより平滑化を施した上で、ベクトルデータへの変換を行った。

67

4.2 風解析

68

風解析作業のフロー



69

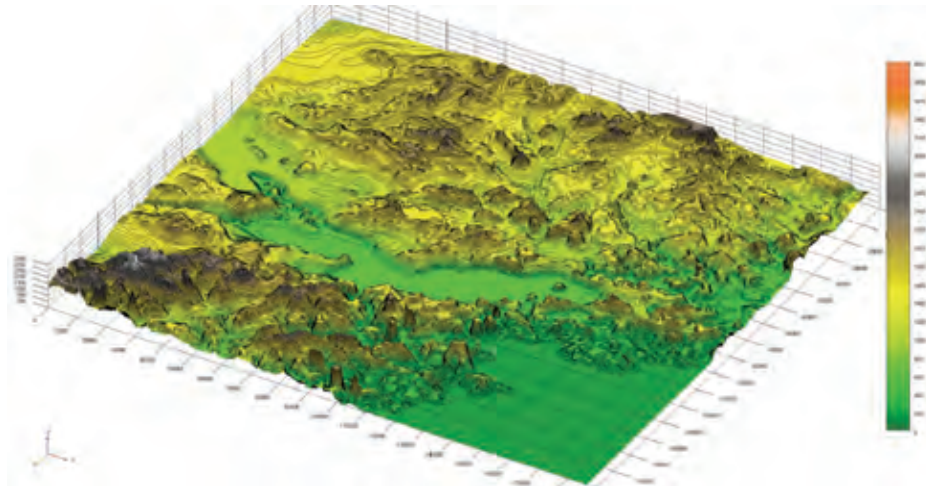
風解析

数値標高モデル (DEM: Digital Elevation Model) を使用して、調査対象地域の風力・風向のシミュレーション解析を実施した。

データは米国スペースシャトルが取得した SRTM-3 (3秒グリッド) データを用いた。

風のシミュレーションでは、高さ方向で 200m 毎の層別に風向・風力データが計算される。これら層別の風向・風力データとシミュレーション計算に用いた三次元地形モデルデータを対応させて、最終的に地表面のデータのみを抽出し、地表面における風向ベクトル図と風力等級区分図を作成した。

70



三次元地形モデル

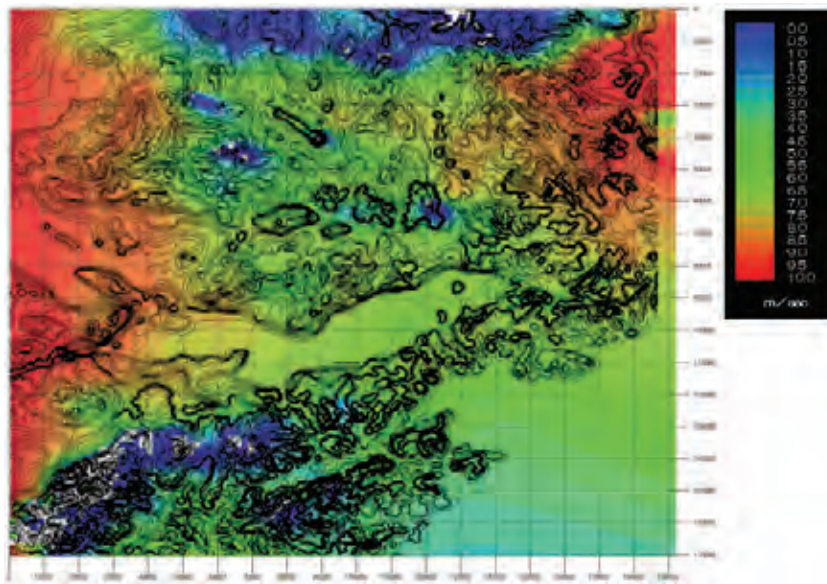
71

図は風解析処理で使用した三次元地形モデルの鳥瞰図を示している。
スペースシャトルが取得したSRTM-3(3秒グリッド)を使用した。

NASA JPLのHP(<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>)より調査対象地域範囲のSRTM-3をダウンロードし、標高グリッドデータからコンターデータに変換した後、気流シミュレーションソフトウェアにインポートし解析計算を実施した。

気流の計算手法には『差分法』を用い、時間微分の精度を上げるAdams-Bashforth 法、対流項の流れの影響を風上側に対応させる風上差分法、その他の項には中心差分法を用いた。

72



風解析結果例(2200m)

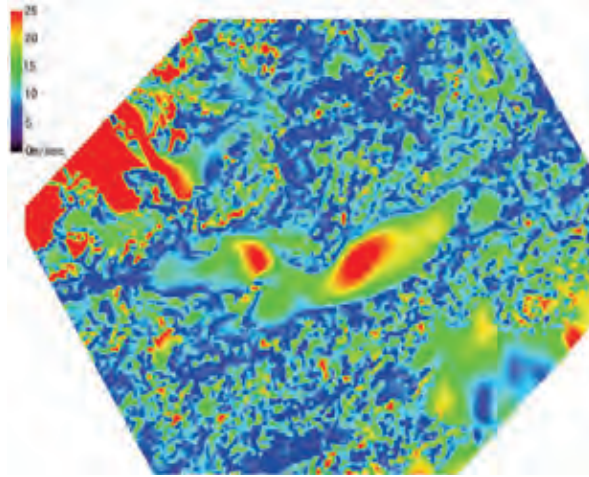
73

風解析結果例(2200m)

高さ方向で200m毎の層別に風向と風速のシミュレーション結果が算出される。図は一例として2200mにおける計算結果を示している。

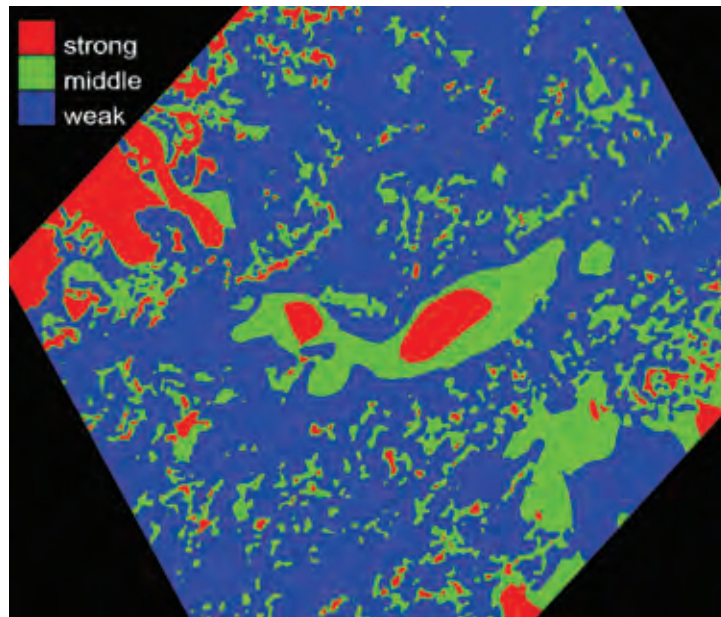
これら200m毎の各層データセットをもとにして、それぞれの地点の地表面の標高を三次元地形モデルから決定し、その高さにおける風向・風速データを抽出・統合し、最終的に地表面における全ての地点での風向・風速データセットを作成した。

74



地表面における風力分布

75



地表面における風力等級区分図

76

風解析結果:地表面における風力分布

各層データより抽出統合した地表面での風力分布をカラー表示したものを示す。図の中央付近に官庁ダムが位置する。このデータをもとにして、風力等級区分図を作成する。

風解析結果 地表面における風力等級区分図

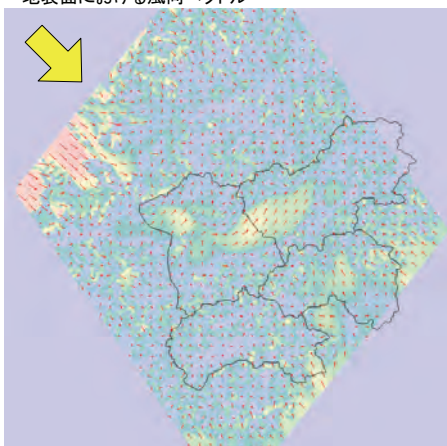
地表面の風力データから3段階評価の区分データを作成した。風力区分は下記の通りである。

- 強 : 10m/sec.以上
- 中 : 5~10m/sec.
- 弱 : 5m/sec.未満

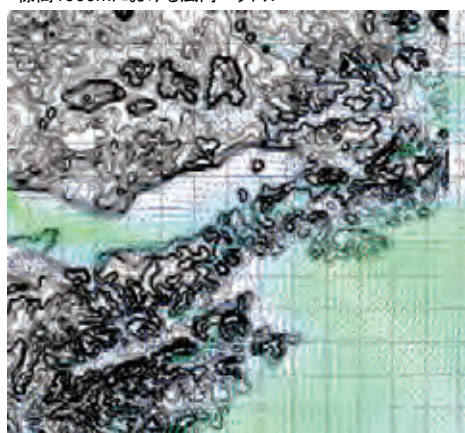
この後、風力等級区分図の境界線をポリゴンデータへと変換を行い、このベクトルデータをShapefileへエクスポートとした。

77

地表面における風向ベクトル



標高1000mにおける風向ベクトル



78

風解析結果: 地表面における風向ベクトル

左図は地表面の風向ベクトルを示し、さらに入力となる風の方向を黄色の矢印で示した。また、4区県の境界線もオーバーレイしてある。これによると官庁ダムを経て八達嶺を越えた風が、昌平区の中央部付近においてはその風向が北～北西の傾向を示していることが読み取れる。風向の大きな傾向から外れるような傾向を示しているが、これは地表面の風向は地形の影響を大きく受けるためだと推測される。

一方、標高1000m層の風向を参照すると、右図のように、八達嶺を越えた風はそのまま南東方向に進行している様が見て取れる。おおよそ1000m程度の稜線をなす八達嶺の峰々を避けるようにして谷間を風が抜けていることも確認できる。このような山岳地域付近では山稜を越えた風の乱流などが発生しやすく、地表付近の風向風速は複雑なものになると推察される。

79

4.3 飛沙発生総合危険度分析

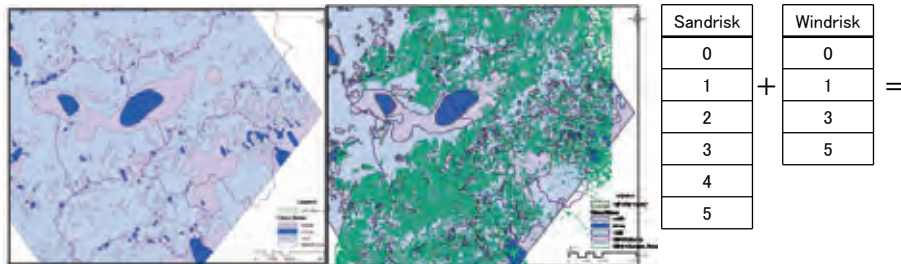
80

飛砂発生総合危険度の判定

総合的な飛砂発生危険度は、砂があること+風の影響があること=危険度が高まる との想定
 の基に、砂因子評価と、風因子評価を合算し6段階(0-5)に区分した。

風の分析結果は、次ページスライド図に示すとおりとなった。風の強い部分は懐来県と延慶
 県にまたがる官庁ダム及びその周辺と山を越した昌平区平地部分にまとまって広がり、西山地
 域の風向き面、いわゆる風道に比較的強い風の部分が出てきている。

右の図は、風因子の風解析結果に森林域を重ねて表示している。この風因子と地表面の砂
 因子を加えた結果が次ページの危険度を示す図である。

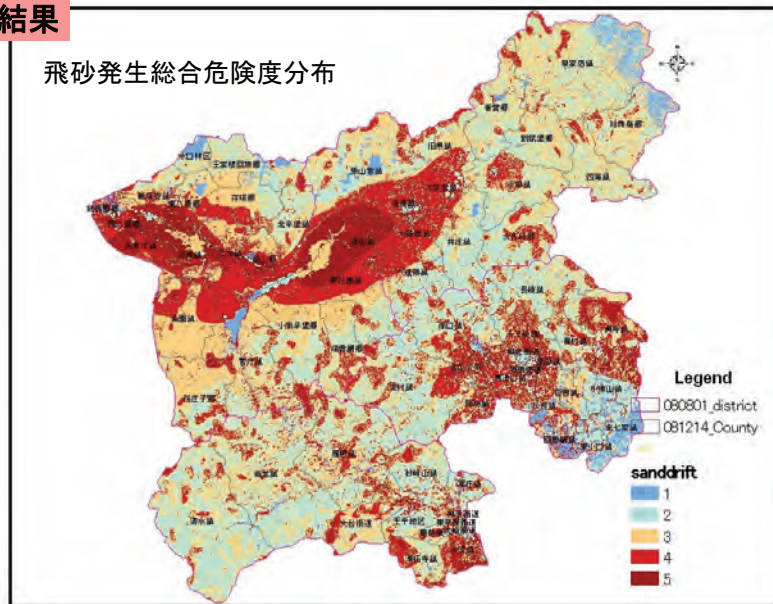


風解析結果 左風速別分布、右 衛星画像解析による夏の森林分布と重ねて表示

81

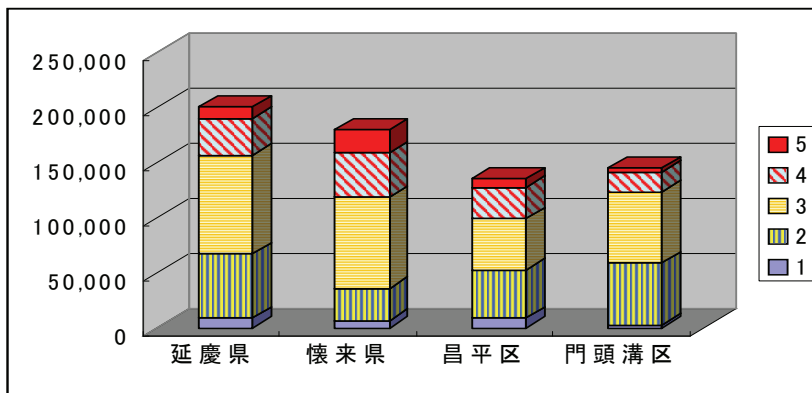
解析結果

飛砂発生総合危険度分布



82

県別飛沙発生危険度別面積



県別飛沙発生総合危険度(砂因子+風因子)別面積 (ha)

県	1	2	3	4	5	総計
延慶県	8,589	59,031	89,306	33,458	10,543	200,928
懷来県	6,796	29,245	82,768	40,181	21,123	180,113
昌平区	8,910	43,990	46,027	29,121	7,173	135,220
門頭溝区	2,602	56,105	64,841	18,131	3,889	145,568
総計	26,897	188,371	282,942	120,891	42,728	661,830

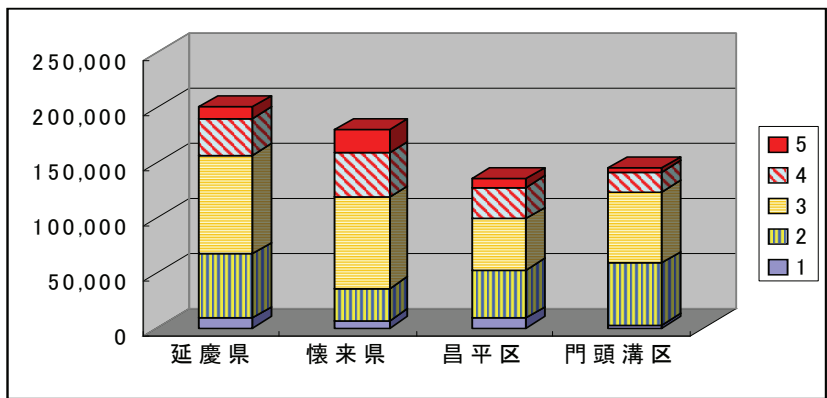
83

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

84

県別飛沙発生危険度別面積

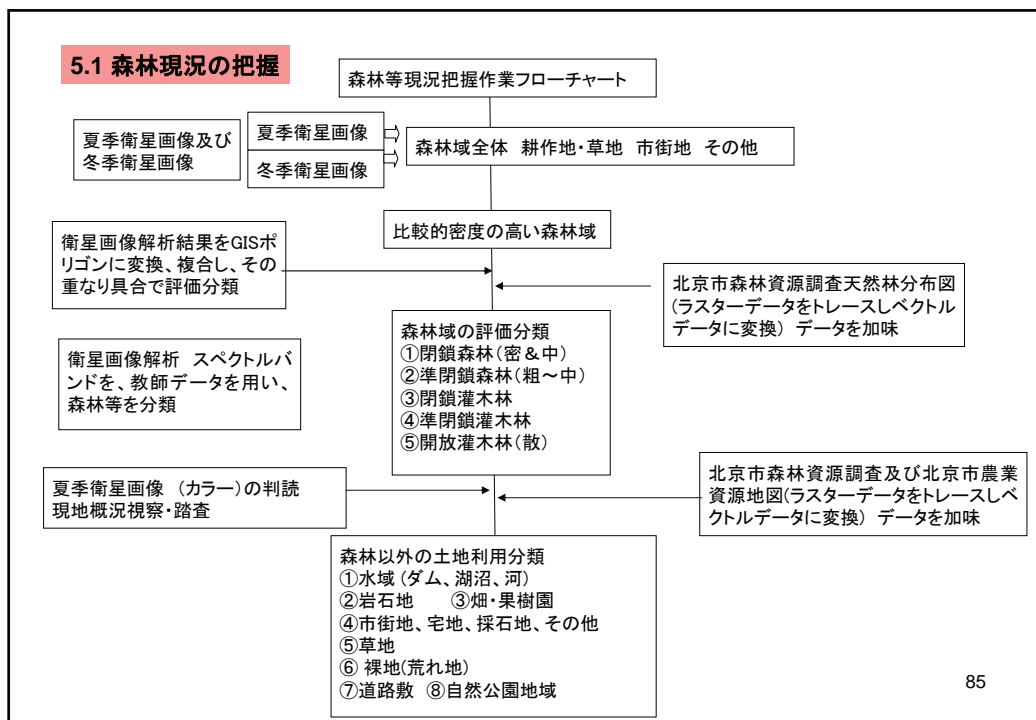


県別飛沙発生総合危険度(砂因子+風因子)別面積 (ha)

県	1	2	3	4	5	総計
延慶県	8,589	59,031	89,306	33,458	10,543	200,928
懷来県	6,796	29,245	82,768	40,181	21,123	180,113
昌平区	8,910	43,990	46,027	29,121	7,173	135,220
門頭溝区	2,602	56,105	64,841	18,131	3,889	145,568
総計	26,897	188,371	282,942	120,891	42,728	661,830

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



森林現況把握のための作業フロー

森林域の把握作業は、第一段として、衛星画像解析から始める。衛星画像は冬季と夏季の画像を用いる。

冬季の画像で森林に区画された地域はかなりの樹冠が冬季にも存在していることを示しており、ほぼ閉鎖状態に近い森林であると判断できる。

これに、従来から森林当局が天然林と認識している地域を北京市で広報している森林資源調査の概略図と重ね、両データで良い森林と見なした地域を閉鎖状態の森林域と判定し残りを準閉鎖森林と判定する。

夏季衛星画像解析で森林と判定され、冬季衛星画像解析では森林と判定されなかった地域は、冬季には葉を落とし、あるいは、樹冠の密度が高くない森林であることから、全体として灌木林と見なす。

灌木林地帯は、現地の概括的な観察からおおむね1/3程度に樹冠密度の高い灌木林があると想定し、灌木林を表す光の中の内、2/3を疎林、1/3を樹冠粗密度40%~50%以上と想定し、さらにこの中から夏の森林を同様な操作を行い、北京市の森林図で天然林とされている場所と重なる部分を閉鎖灌木林に、残りを準閉鎖型灌木林と判定した。

灌木林の残る2/3は何らかの改良措置が出来るなら行うことが望ましい開放灌木林地帯ということになる。また、準閉鎖型灌木林も可能な範囲で林分改良(より樹冠の発達できるような補助的手入れ)を図ることが望ましいと判定し、現状森林地帯の内、今後植生回復・改善のための施業の対象地である「要改良森林地域」の候補地と定義した。

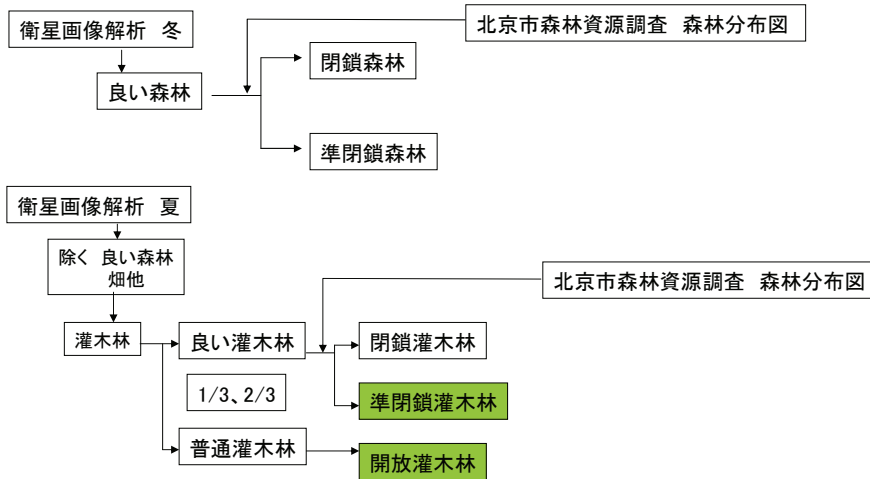
次に、森林以外の場所を特定し、以下の場所を、基本計画対象地全域から除去する作業を行う。

- ① 水域⇒湖沼、二条河川域、ダム・貯水池
- ② 岩石地・崖地 (傾斜35度以上の場所(通常森林域にはいるが、除地あるいは更新困難地として扱われる))
- ③ 耕作地・畑・果樹園
- ④ 市街地・宅地および採石地、採石跡地、観光施設その他森林以外の開発用地
- ⑤ 草地
- ⑥ 荒地/裸地
- ⑦ 道路敷き、鉄道敷き
- ⑧ 自然公園地域外(森林管理目的の大きく異なる、自然公園地域(地質公園、景観保護地域等を含む)、国防のために供されている森林等は、森林管理計画の対象外とするため、区画し除外する必要がある。)

① 衛星画像から森林域を取り出していく手法

森林域の現況把握

既存森林地帯区分の方法フロー



87

森林域解析 冬季衛星画像と夏季衛星画像の適用

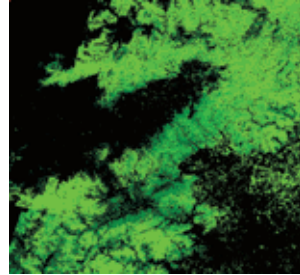
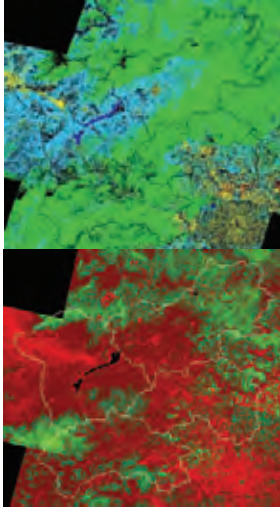
分類項目		夏季分類	
		森林	非森林
冬季分類	森林	森林	森林
	非森林	良い灌木林 悪い灌木林	非森林

森林域の再解析

88

森林域の細区分

衛星画像解析等による森林地域区分手法の概念



分類区分		夏季分類	北京市植生図	評価	基本計画 施業対象
冬季 分類	森林	森林	天然林	森林区分	
	森林	森林	天然林	閉鎖森林	
	非森林	良い灌木林	天然林	閉鎖灌木林	要改良森 林域
		悪い灌木林		開放灌木林	

89

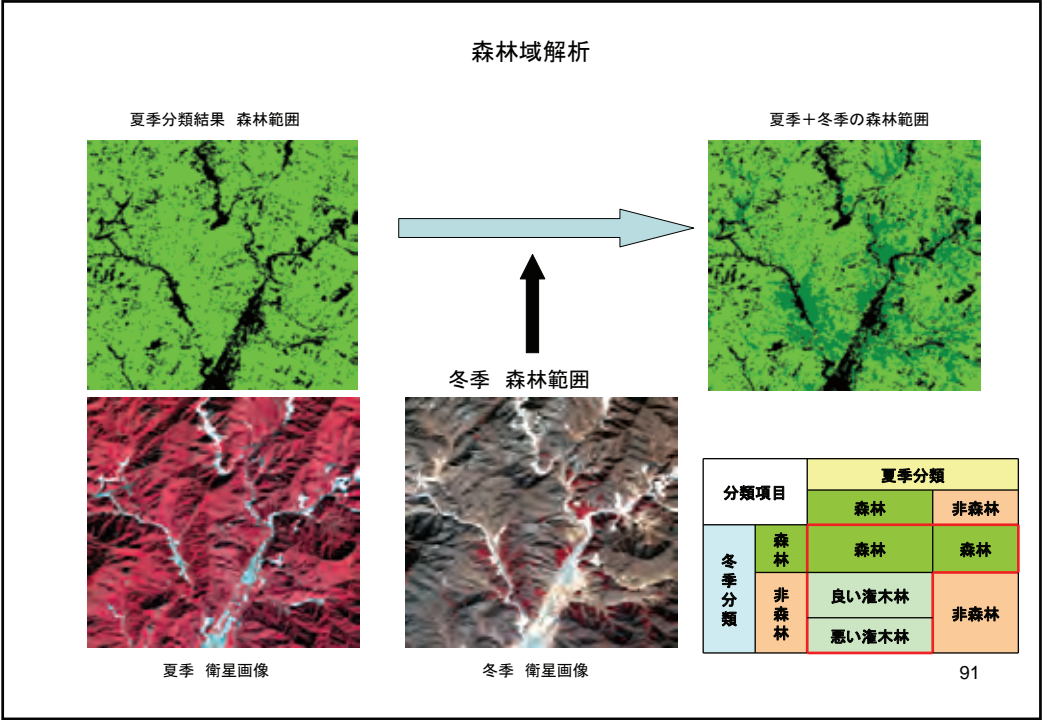
夏季・冬季の2時期の衛星画像分類結果から、夏季は森林に区分され、かつ冬季に森林には区分されないエリアは灌木林であるとの仮定の基に、表のような組み合わせにより森林範囲の細区分を行う。最終的に森林と灌木林(植生の活性度で2区分)の3区分に分類した。

冬季衛星画像解析で森林と判定された場所は、樹幹粗密度が高い場所である。⇒すべて森林と判定する。

冬季衛星画像で非森林と判定された場所で、夏季には森林と判定できた場所は、夏に葉のある樹種/植生が存在する事を意味することから、この地域では広葉樹灌木林と見なすことができる。

夏の画像でも非森林と判定された場所は、森林ではない(草地・裸地、住宅地、市街地、など)と判定される。

90

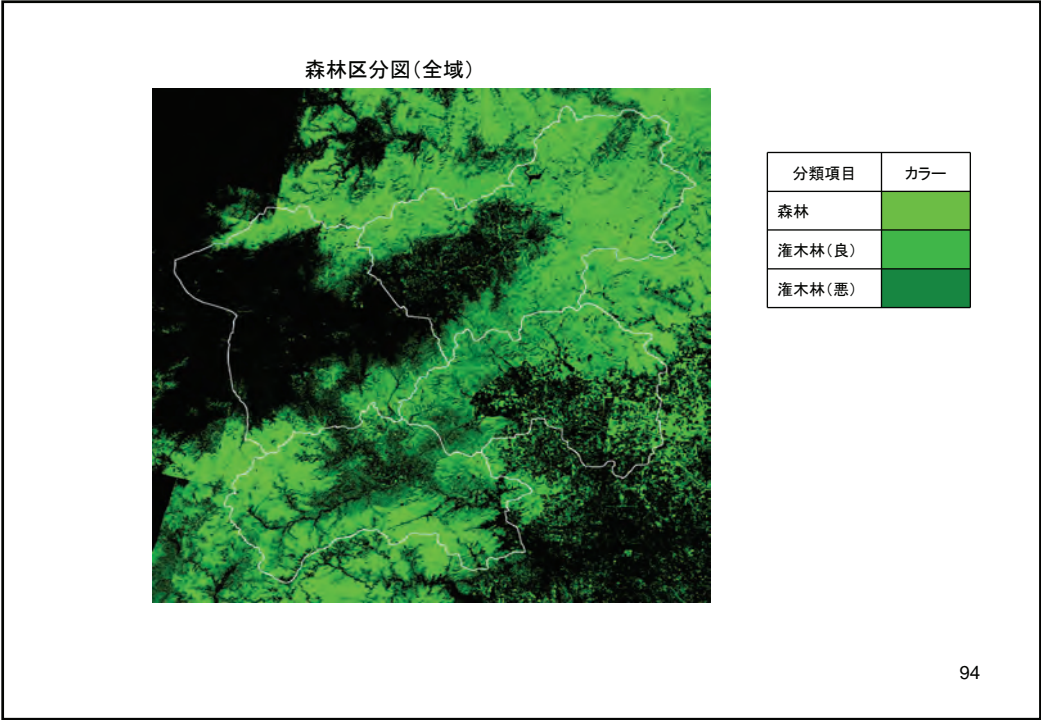
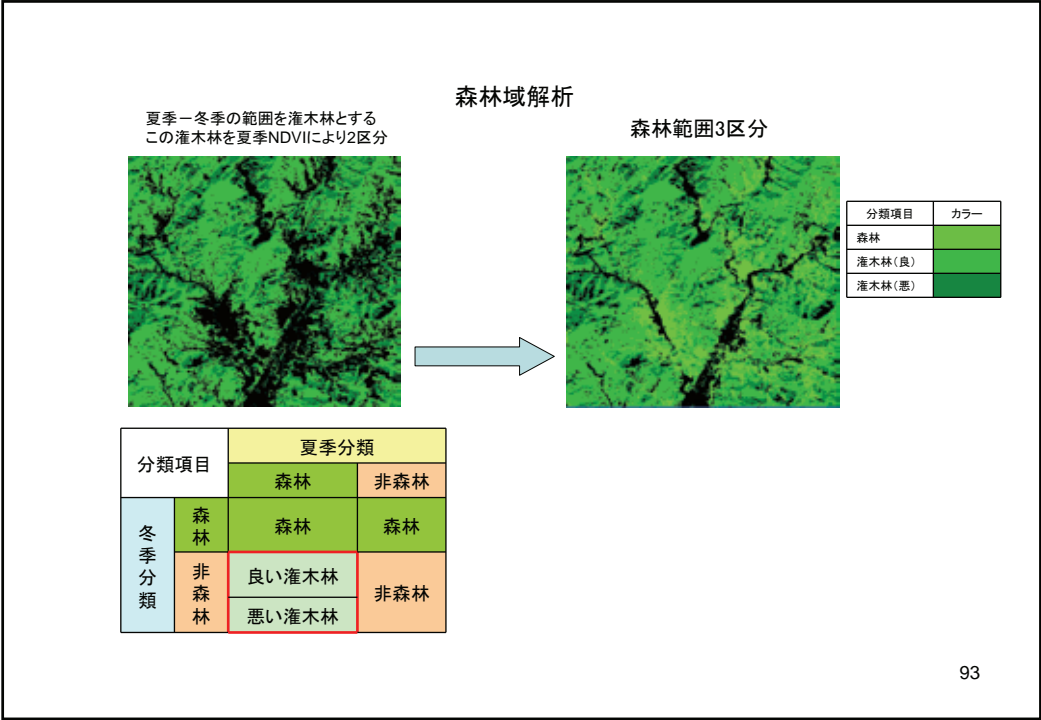


森林域の細区分

左図下段は夏季衛星画像(フォルスカラー合成)を示し、上段が夏季衛星画像の分類結果から森林範囲のみを抽出したものである。この夏季データで分類された森林範囲をベースにして、冬季衛星画像の森林区分範囲を重ね合わせ、これを全森林範囲とみなした。冬季の森林区分範囲は夏季の森林区分範囲に含まれるはずであるが、幾何補正処理における誤差の影響などによる位置ずれも想定されるため、2時期の森林区分範囲の合成処理を行った。この森林範囲は、右図下段の表のうち赤枠で示した項目が含まれる。

中央下段は冬季の衛星画像(フォルスカラー合成)を示し、赤色部分が植生に相当する。この冬季に森林と判定されたエリアは、樹幹粗密度が高い場所であり、最終的にはすべて森林と推定する。

92



森林域の細区分

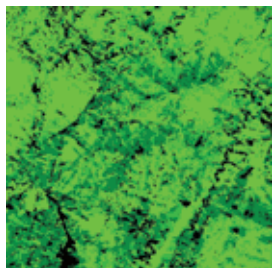
表の赤枠の範囲が、夏季は森林に分類されるが冬季には森林に分類されない範囲を示している。この範囲を灌木林と推定し、夏季画像におけるNDVIを算出した。ここで、現地調査による灌木林の状況観察から、良い灌木林と樹冠が閉鎖していない悪い灌木林の比率はおおむね7:3という知見が得られた。この現地調査によって得られた情報を推定根拠として、夏季画像のNDVIからレベルスライスを行い、その面積比率の調整をもとに灌木林の相対区分を行った。

次に灌木林を同様なレベルスライスを行うことにより、現地調査の知見を基にその面積比率がおおむね1:2となるように樹冠の閉鎖度合いの高い部分と低い部分に分割区画した。

これまでの作業は、衛星画像を画素単位で扱い、できあがった図はラスターデータ(画素毎に評価した図面で、面積は画素の数で表されている)である。これをGISでポリゴンで扱うため、ラスターデータから、ベクトルデータへの変換を行い、森林の質の違いごとの範囲をポリゴンで表示する。

森林区分図

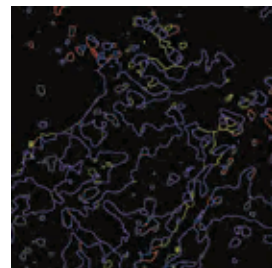
ラスターデータからベクトルデータへの変換



森林区分図
地上解像度10m



11×11画素で
フィルタリング



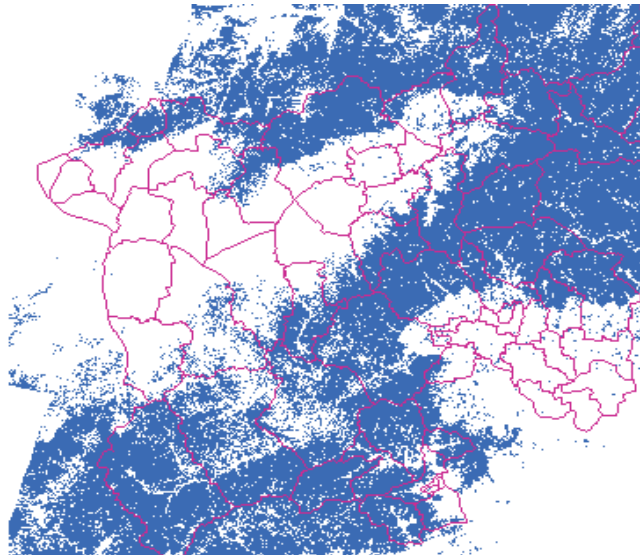
ラスターベクトル変換
ポリゴンデータ

ラスターデータからベクトルデータへの変換

森林域の細区分結果は衛星画像の分類処理により作製したもので、そのデータは画素の集合であるラスターデータ(画素毎に評価したデータで、面積は画素の数で表されている)となっている。これをGISの空間解析で扱えるようにポリゴンデータへと変換する必要がある。

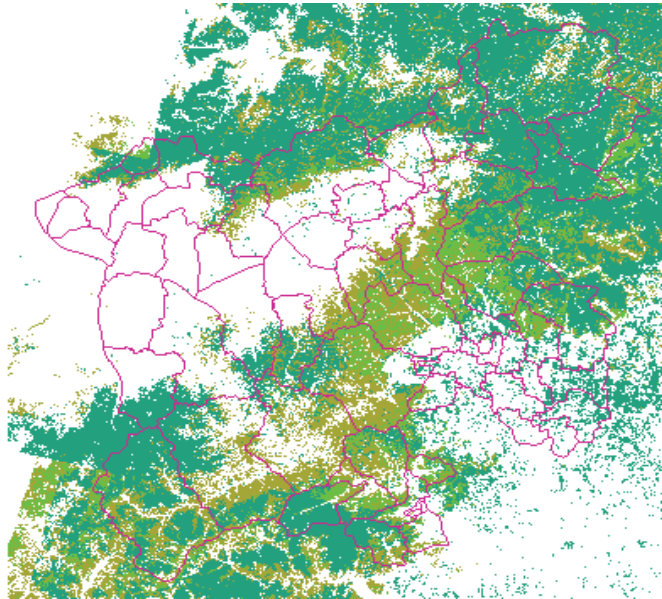
ポリゴンデータへ変換するにあたって、SPOT衛星マルチスペクトル画像のオリジナル地上解像度10mのままポリゴン化すると、膨大なポリゴン数となってしまうデータ量の増加とその後の処理速度の低下を招くため、空間フィルタリングにより11×11画素のメジャーフィルターを適用する。これにより中央図のように、細かく分断されていた区分範囲が大まかに連結される。このデータに対してラスターベクトル変換を行い、左図のようなポリゴンデータへ変換する。このベクトルデータをGISソフトウェアがインポートできるデータフォーマットへと変換出力することで森林区分データが完成する。

97



夏季衛星画像解析による森林域

98



夏季衛星画像の森林を良い森林、良い灌木林、開放灌木林の3つに区分

99

この様にして把握された森林は、①よい森林(仮称)と②良い灌木林、③あまり良くない灌木林の3つのタイプに区分されたことになる。

次に、良い森林および良い灌木林の位置、広がり、既存植生図などとの関係を検証する。

冬季衛星画像で森林とされたところは、おおむね樹冠の閉鎖率の高い森林である。この画像の範囲と、既存のデータとの整合性を調べ、調整する。既存資料としては、北京市が出している森林資源調査地図との比較で行った。

資料は本／紙の森林分布図である。この図をスキャナーでデジタルデータ(ラスターデータ)に読み込み、GISに表示し、位置あわせをして衛星画像から作成したラスターデータをポリゴンデータに変換した3種の森林区分とをGIS上に重ねて表示する。

原則的には、既存の植生図と、衛星画像解析結果である森林図とは概ね一致するはずである。実際には、印刷された植生図である既存データの縮尺や精度、印刷時のずれ、縮尺を変える際に統合した細かい部分など様々な要因により、両者は一致しない。

しかし、既存の植生図で天然林、あるいは樹林地として記載されている地域には、少なくとも既存データを作成した時点では良好な森林が実在したと考える事ができ、衛星画像解析と既存植生図がともに良好な森林と判断している部分は、閉鎖状態の良好な森林が今も残っていると考えると良いと判断した。

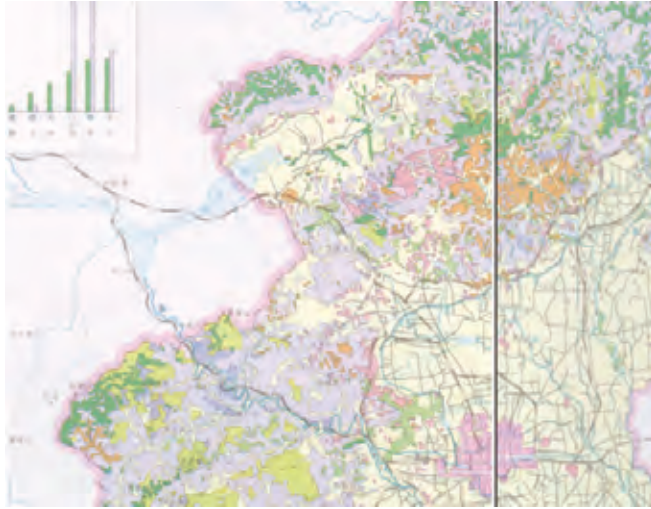
この両者の森林域の重なりに着目し、良い森林を閉鎖森林と準閉鎖森林に、良い灌木林を閉鎖灌木林と準閉鎖灌木林とに区分し、最終的に森林が成立していると判定した区域を、①閉鎖森林、②準閉鎖森林、③閉鎖灌木林、④準閉鎖灌木林、⑤開放灌木林の5つのカテゴリーに区分した。

こうして、基本計画対象地域の中で、現在森林である地域を特定し、その質的内容から5つに区分し、森林回復を図る必要性のある部分(開放灌木林)、できるなら森林の質的向上を図る事が望ましい森林(準閉鎖灌木林)を取り出した。

この場所はGIS上に表示され、それぞれの区域(ポリゴン)の面積はGISで計算することができる。この森林ポリゴンデータと行政区画のレイヤを重ね、分析することにより、県毎、あるいは郷鎮毎の面積が計算できる。

100

② 森林現況把握：既存資料との調整



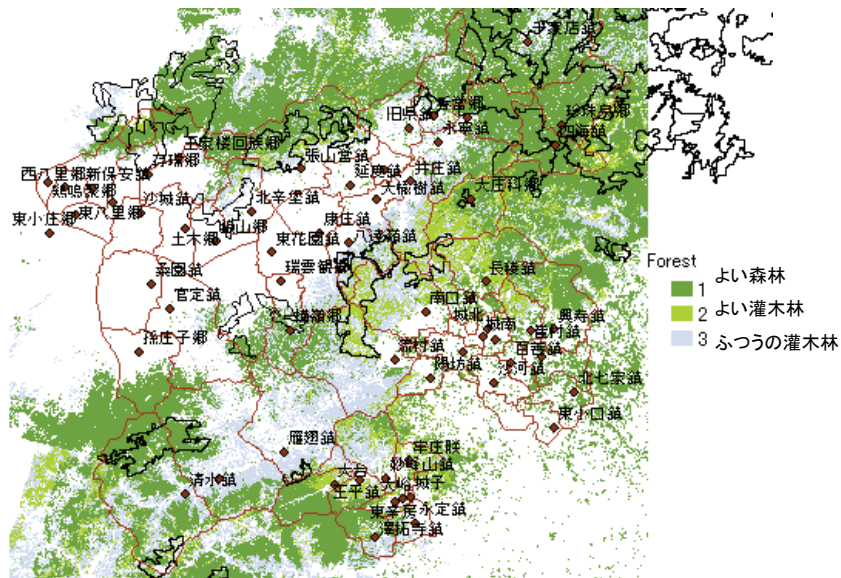
北京市森林資源調査に示された森林現況図から、良い森林と表示されている区域をトレースしたポリゴンを作成する。

手順は以下の通り。

- ① 森林図をスキャナーで読み込みラスタータータとする。
- ② GISデータベースに取り込み、道路、県境などを目印として位置調整をする。
- ③ 新たなGISデータベースを作成し、その上に、良い森林を表すポリゴンを作っていく。

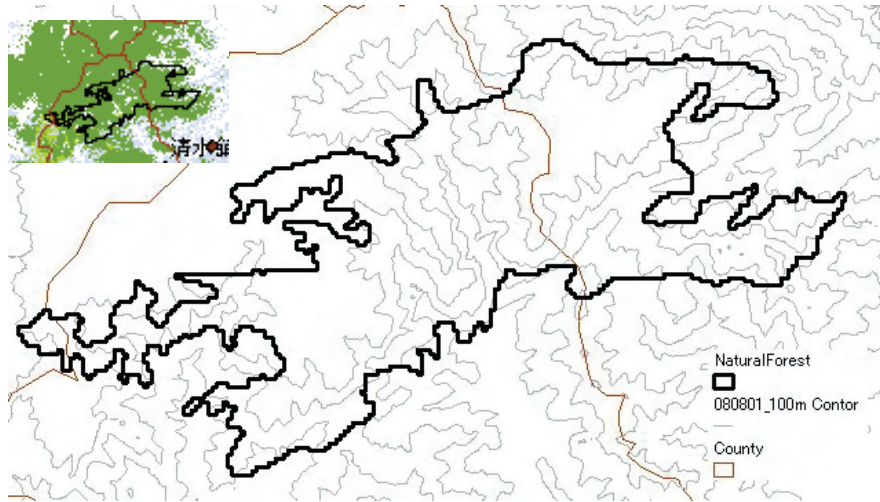
できたポリゴンと、衛星画像解析で得られた良い森林域とを重ねて表示したのが次の図である。

101



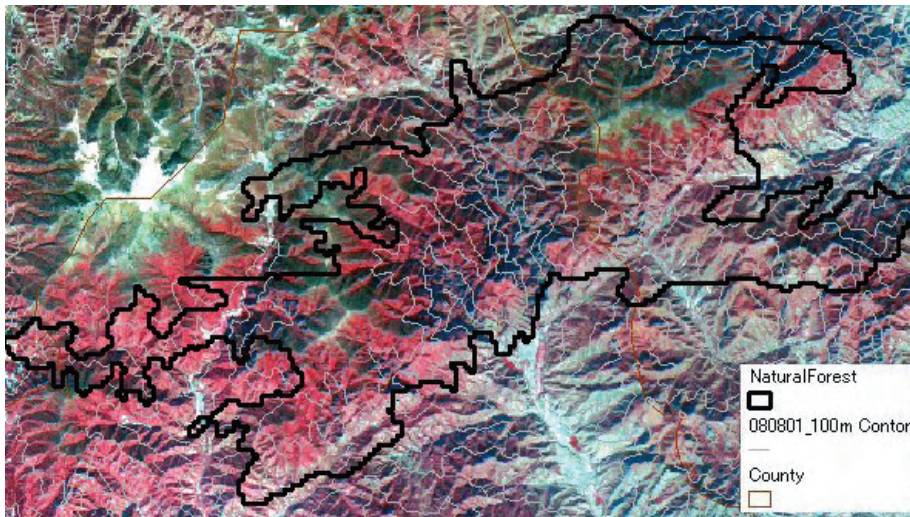
夏季衛星画像の森林を良い森林、良い灌木林、開放灌木林の3つに区分したものに北京市森林図に記載されている天然林(閉鎖森林)をトレースしたポリゴンを重ねて表示したもの。

102



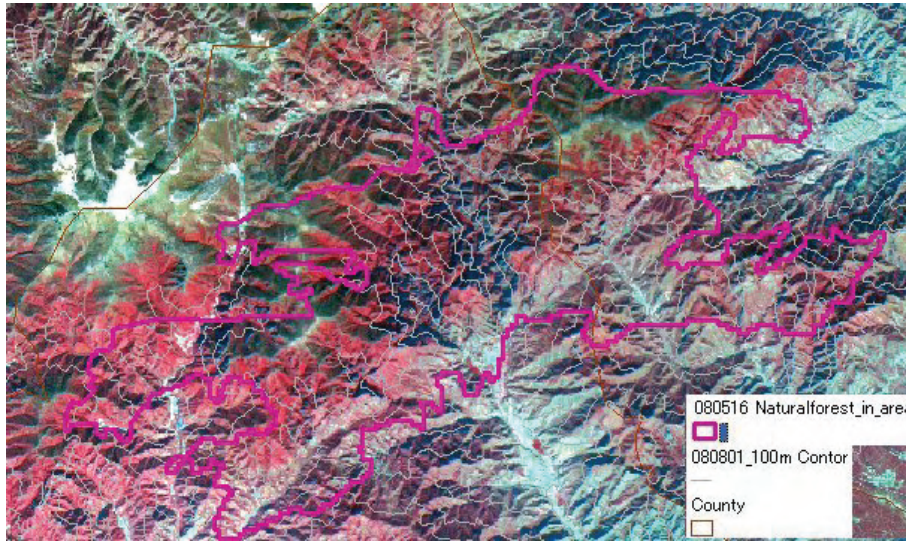
さらに、地形、良い森林の広がり、現地踏査による知見で位置調整をする。図は新たに作成したポリゴンと地形の整合性をチェックのため、コンターと重ねて表示している。

103



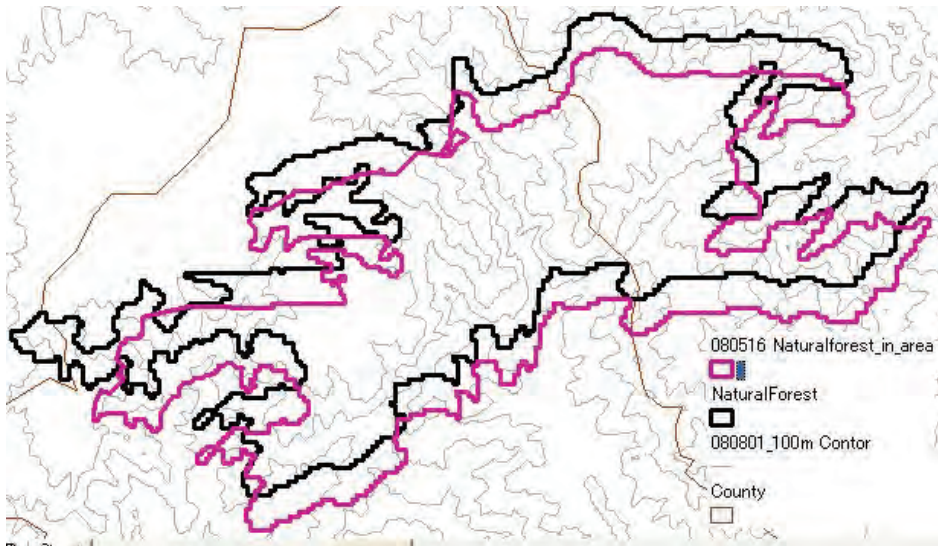
実際の良い森林の広がりとチェックのため衛星画像と重ねて表示したもの。

104



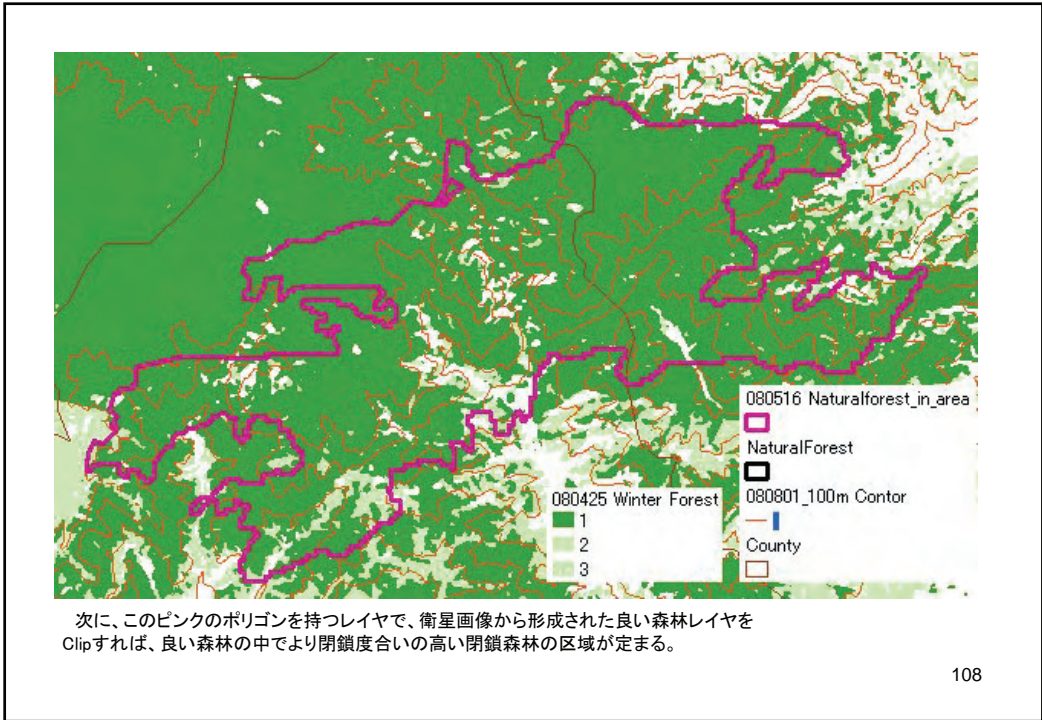
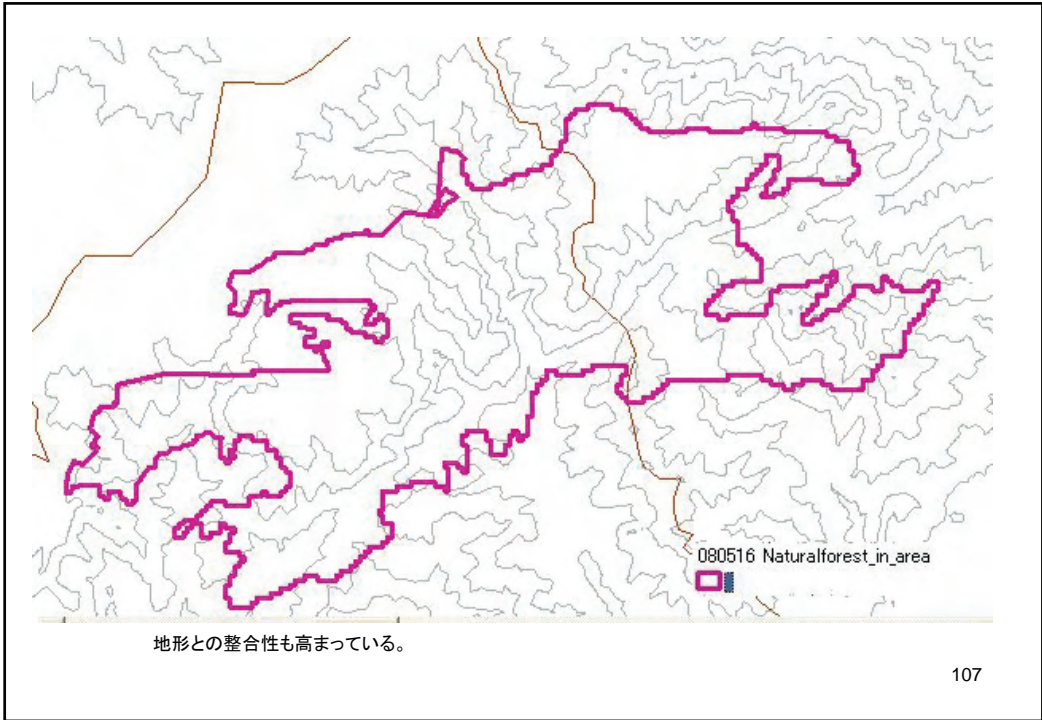
地形、衛星画像、現地視察等の結果を念頭に位置調整を行った結果

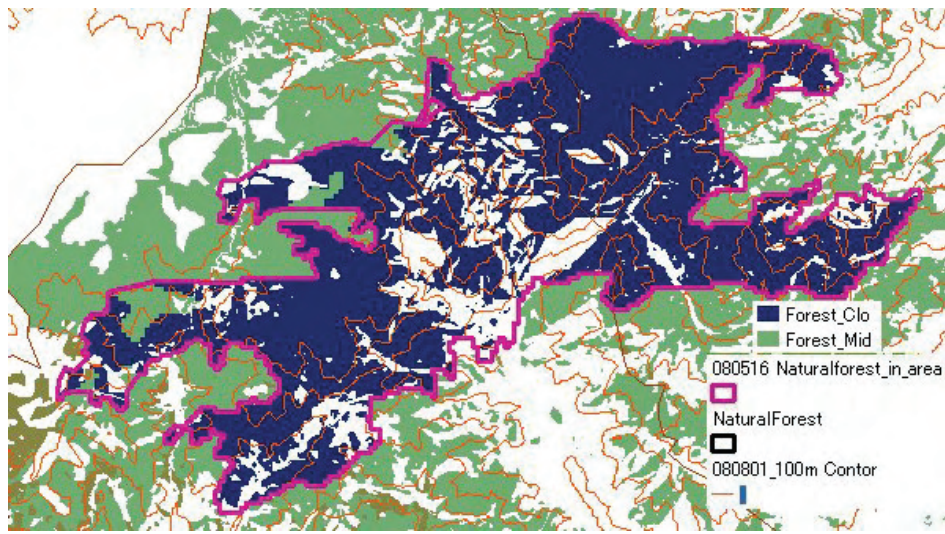
105



位置調整の結果、北京市資源調査から起こしたポリゴンの位置をやや南に移動して、衛星画像等との整合性を高めた 黒:オリジナル 赤:位置調整後

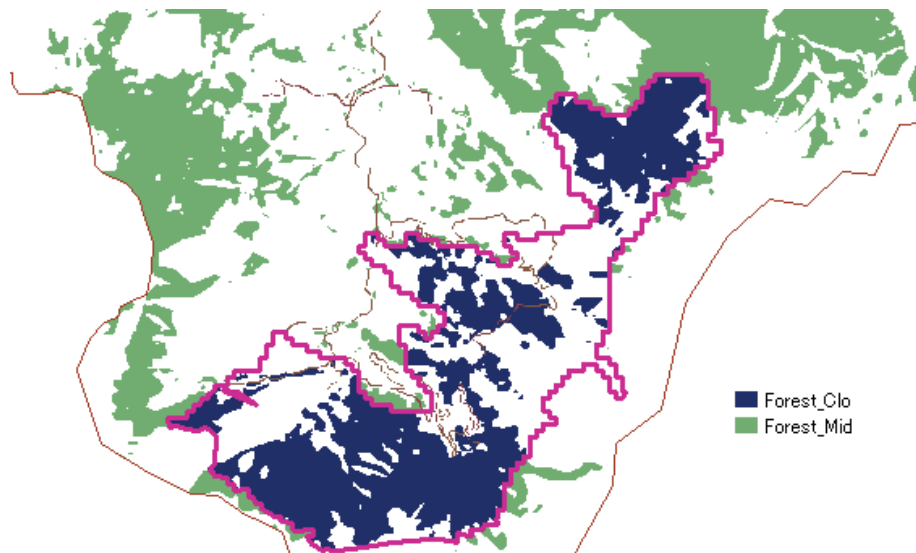
106





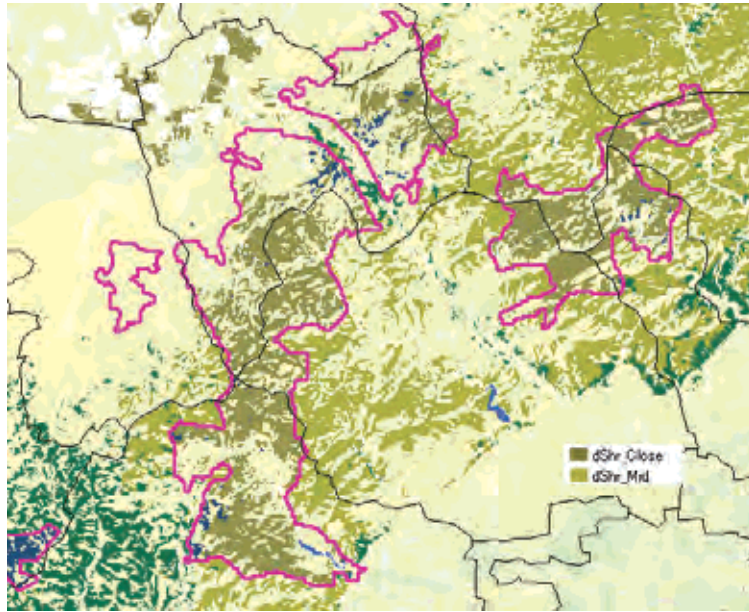
抜き出した閉鎖森林と、良い森林全体とをUnionすれば、良い森林が、閉鎖森林と準閉鎖森林とに区分されることとなる。

109



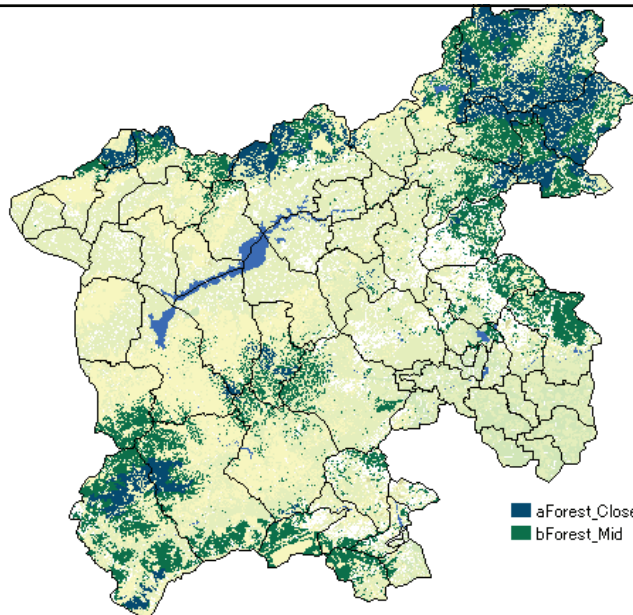
同様な操作をして閉鎖森林と準閉鎖森林を区画したサンプル

110



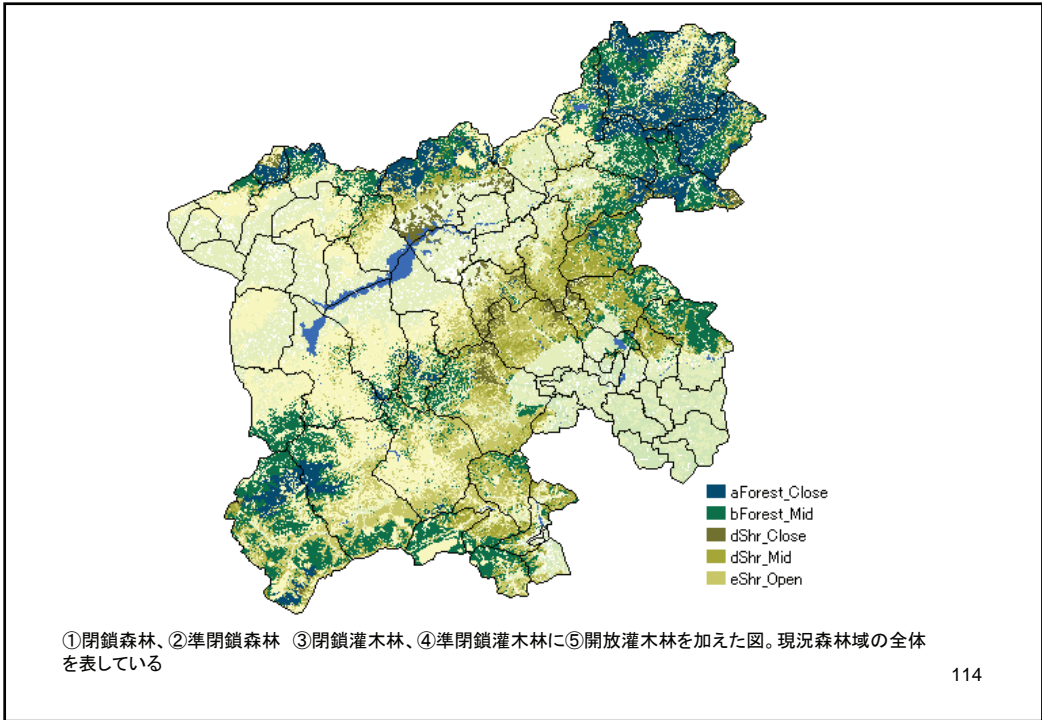
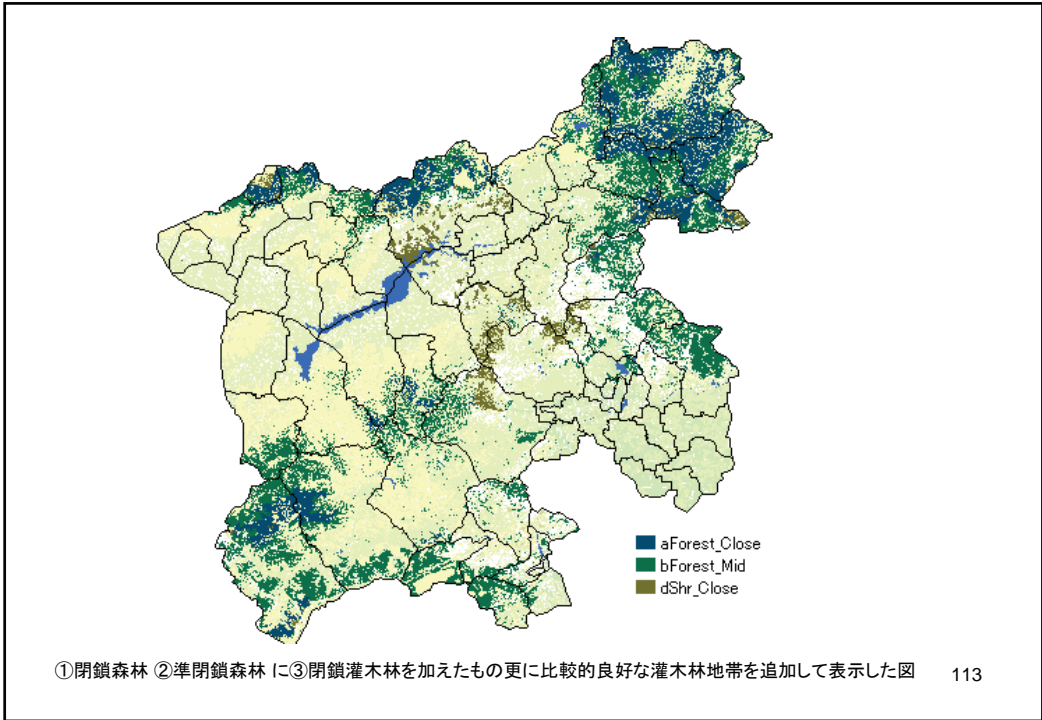
良い灌木林も同様の操作により、閉鎖灌木林と準閉鎖灌木林に区分した。

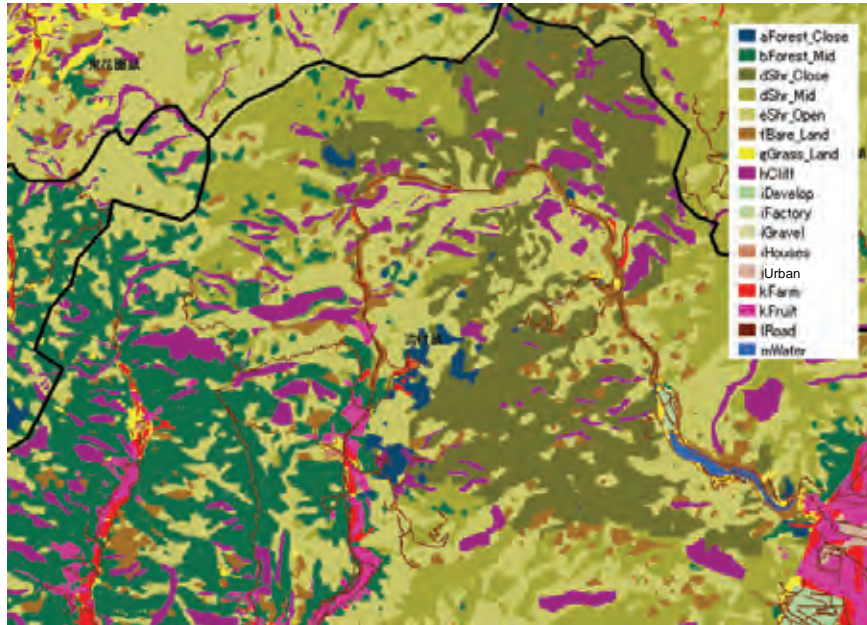
111



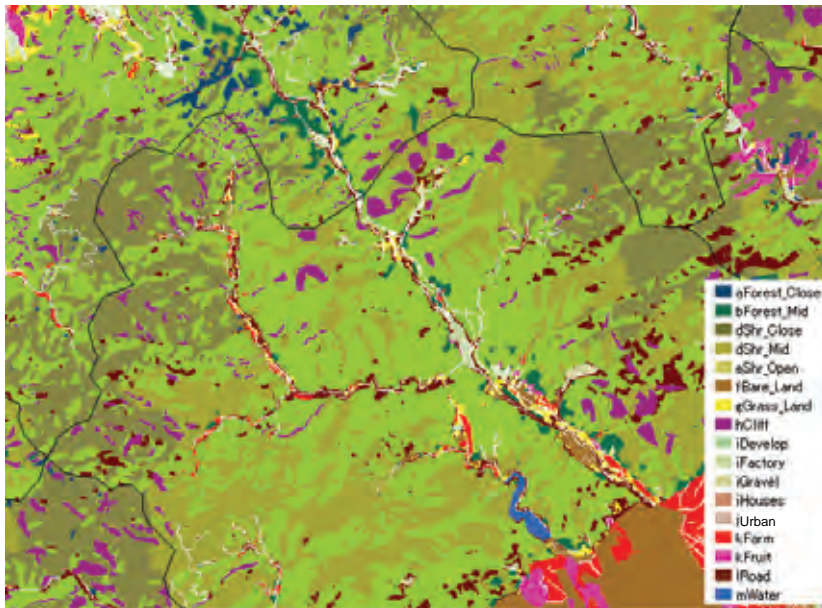
①閉鎖森林 ②準閉鎖森林、概ね閉鎖状態の天然林で、この中には成績のよい人工林も含まれる。人工林・天然林の別は、衛星画像からは判断できないので、区分していない。

112

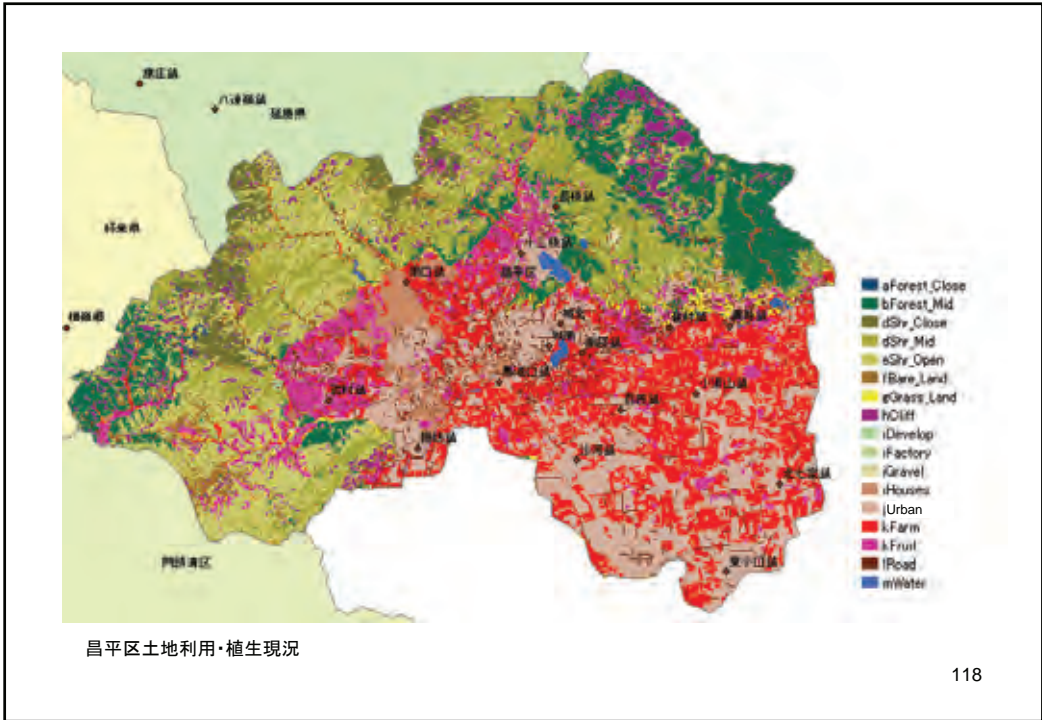
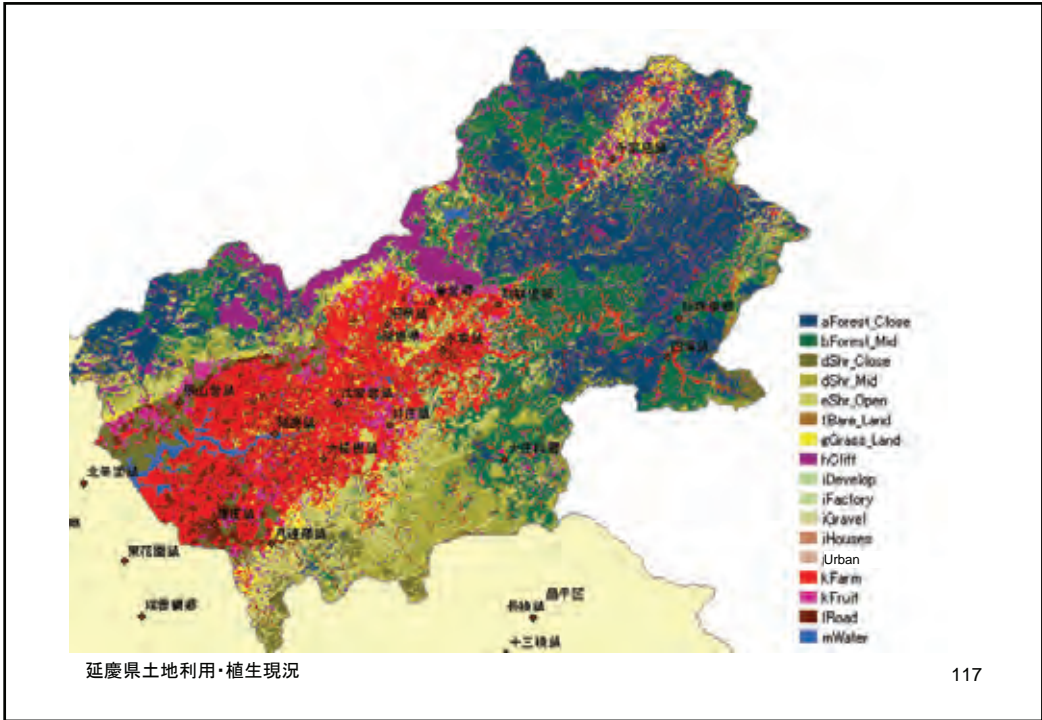


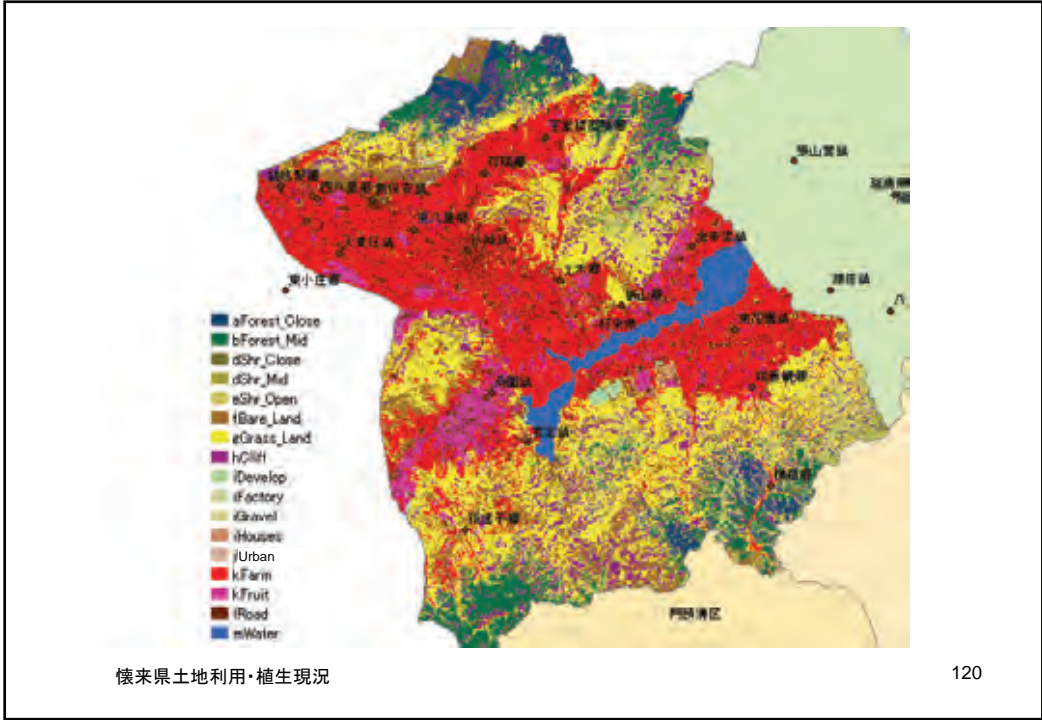
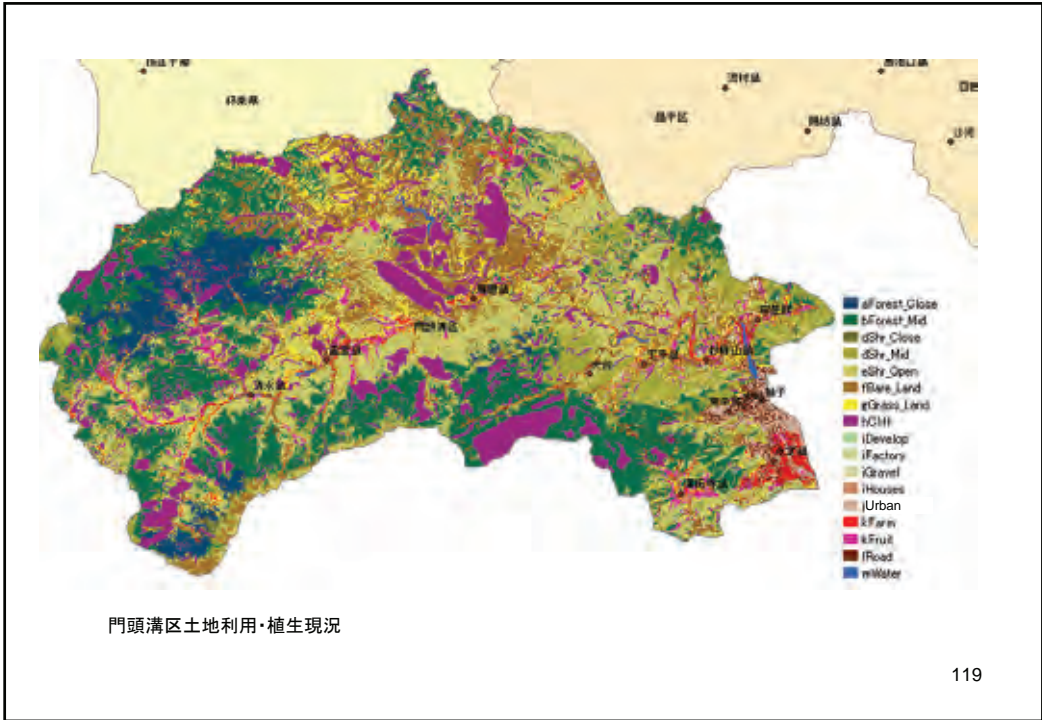


森林現況図 拡大図（昌平区流村镇付近）薄緑色部分が開放灌木林で改良のターゲット



同拡大図 昌平区(南口镇)と延慶県(八达岭镇)付近 灰緑色は閉鎖灌木林





③ 基本計画上の森林区分と中国での区分基準との対比

	中国の分類基準			本基本計画での分類
	1級分類	2級分類	3級分類	
有林地	1 有林地	高木林地	針葉樹/広葉樹/混交林	閉鎖森林
	2 疎林地			準閉鎖森林
	3 灌木林	国家特別灌木林		閉鎖灌木林・準閉鎖灌木林・開放灌木林
		その他灌木林		
	4 未成林地	未成林造林地		草地(実行結果で要修正)
		未成林閉鎖生育林		草地(実行結果で要修正)
	5 苗畑			区分せず
	6 無立木地	伐採・火災跡地、		無立木地
7 適木地			無立木地	
8 林業補助用地			区分せず	
非林地	9 耕作地他	畑/灌漑畑/乾燥畑/野菜畑		畑/灌漑可能農地
	10 その他	(牧草地、水路、市街地等)		草地/市街地・開発地

121

中国では森林地域の区分は次のようにすることが森林資源計画調査基準の中で定められている。今回の衛星画像による分類では、この基準に可能な限り近い分類を行うように留意した。分類結果と上述基準との関係を整理すれば、おおよそ前ページのスライドの表の通りである。

中国の森林域の区分基準に基づく森林区分は、各現場技術者が、現地調査を行い判断し、森林簿に記載されることになっている。しかし、本基本計画では、現地調査はせず、衛星画像で判断可能な範囲で森林の質・分布を把握するところに意味がある。衛星画像では見えない(たとえば若い造林地、針葉樹・広葉樹の違い、伐採跡地と無立木地の違い等)部分の区分・区画は省略し、森林の機能回復の為に、何らかの施業を行うべき場所を見極めていくという視点に特化して、森林現況を把握することとしている。

基本計画での森林の分類は、概ね中国で規定している1旧区分とは大きな差はない。主な違いは、苗畑等の森林管理用地を区分できていないこと、無立木地には、中国でいう伐採跡地、火災跡地のほかに、適木地および、畑地帯に隣接する荒地、耕作放棄地など通常の森林計画では、施業の対象とならない非林業地が含まれている可能性があることなどである。

122