

# DMCによる緑地調査 - 品川区を例にして -



廣瀬 葉子\* 櫻井 秀明\*\* 池田 明彦\*\*

## 1. はじめに

自治体における緑地調査とくに緑被率調査は、緑被量の現状と経年変化を把握する上で重要な調査として、継続的に行われている。これまででは、フィルム撮影された空中写真を印画紙に焼き付けたアナログ画像の判読による調査が主流で、多大な労力を必要とした。

国内では昨年から本格的に稼働を始めたデジタル航空カメラは、従来のフィルムに代わってCCDによる画像の撮影を行うもので、撮影された画像情報が、直接デジタルデータとして保存されるのが特徴である。さらに、植生の抽出に効果的な近赤外バンドを同時に取得できるなど、従来の緑被地抽出手法に代わる効率的・客観的なデータとして注目される。

ここでは、東京都品川区において、デジタル航空カメラ（DMC：Digital Mapping Camera）を用いて行った緑被率調査の事例を報告する。

## 2. DMCについて

DMCは、CCDアレイを用いたエリアセンサ型航空カメラである。8つのカメラヘッドを有し、うち4つでパンクロデータ、残り4つで可視光青～近赤外のマルチスペクトルデータを取得する。高精細なパンクロ画像とそれより解像度の低いマルチスペクトルデータを合成して、高精細なRGBカラー画像および赤外カラー画像が作成される。合成後の画像は、1億画素を超える高解像度、12bit（4096階調）の多階調のデータからなる。また、アナログカメラの像ぶれ補正機能（Forward Motion Compensation : FMC）と類似の電子的な画像補正機能（Time Delayed Intergration : TDI）およびApplanix社の直接定位システム（Position and Orientation Systems : POS）を標準で装備している。図.1にDMC標準構成とカメラヘッドを、表.1にDMCの諸元を示す。



図.1 DMC標準構成（左）とカメラヘッド（右）

\* 国際航業株式会社 \*\* 品川区

表. 1 DMCの諸元<sup>1)</sup>

画像サイズ	13824 × 7680ピクセル（合成後）		
焦点距離	PAN : 120mm MS (可視～近赤外域4バンド) : 25mm		
撮影画角	74°（飛行方向に直角）× 44°（飛行方向）		
シャッター・絞り	可変式1/50～1/300秒 f/4～f/22		
最短シャッター間隔	2秒		
ラディオメトリック	12ビット		
撮影縮尺	1 : 4,000	1 : 8,000	1 : 12,500
撮影高度	480m	960m	1,500m
地上解像度	4.8cm	9.6cm	15cm

図. 2 には、赤外カラー合成の概念図と赤外カラー画像を示し、図. 3 にはDMC画像の一例を示す。クロロフィルaを含む緑色の植物は、近赤外域の波長帯の電磁波を非常に強く反射する性質があり、赤外カラー合成した画像では赤色を示している。緑色を呈する植生のこの性質は、衛星リモートセンシングの分野では從来から用いられてきたが、航空機搭載の作図用カメラのデジタル多バンド化によって、ようやく都市域の高精細な赤外カラー合成画像が得られることとなった。

緑被地抽出において期待されるDMCの特長<sup>2)</sup>は、次のようにまとめられる。

- ( 1 ) DMCはデジタル画像での撮影であり、地形図に整合したオルソ画像を作成することが容易である。
- ( 2 ) DMCは赤外カラーとRGBカラー画像を一度の撮影で作成できる。
- ( 3 ) 高度500mからの撮影で、地上解像度約5 cmの画像を取得できる（詳細な緑被がわかる）。
- ( 4 ) 12bit ( 4096階調 ) の画像を用いて、影の部分の緑被地の抽出が容易である。
- ( 5 ) 近赤外バンドを利用して、自動的に緑被箇所を抽出できる。

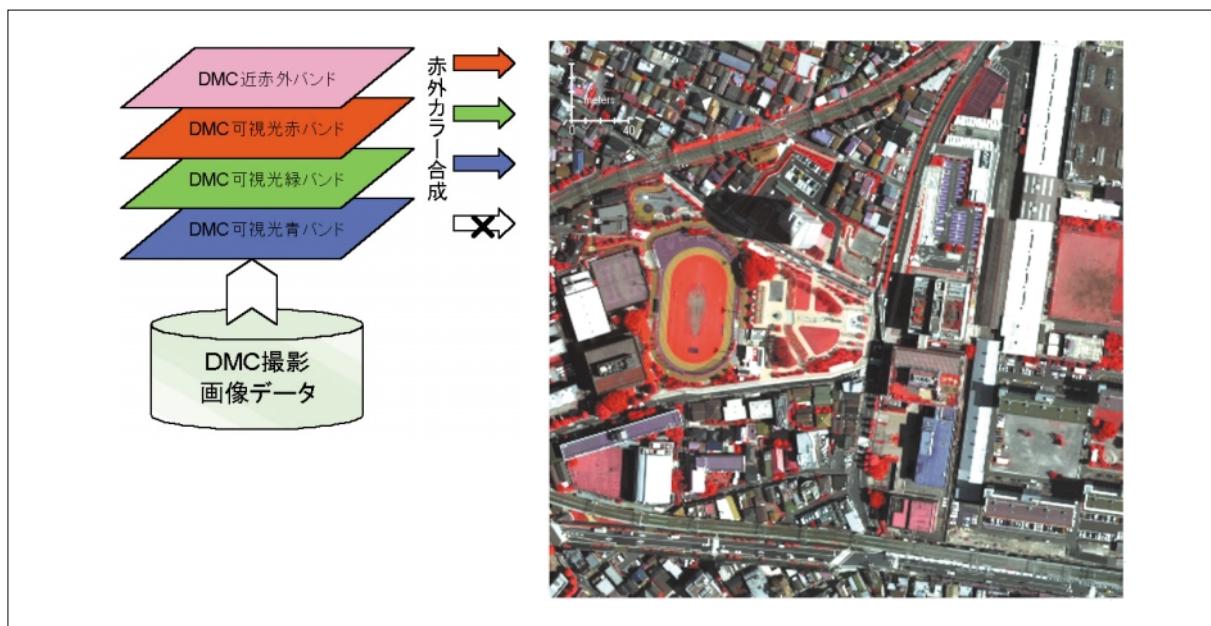
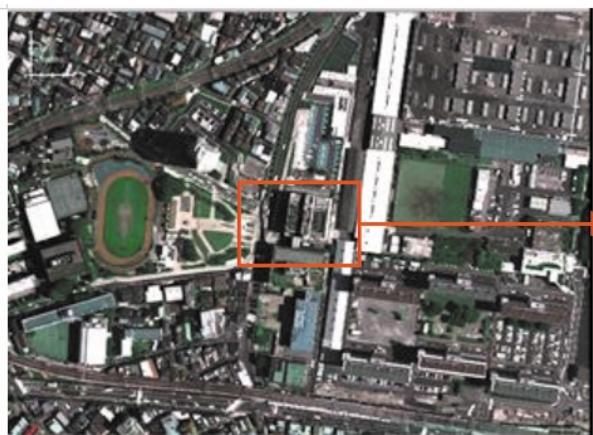
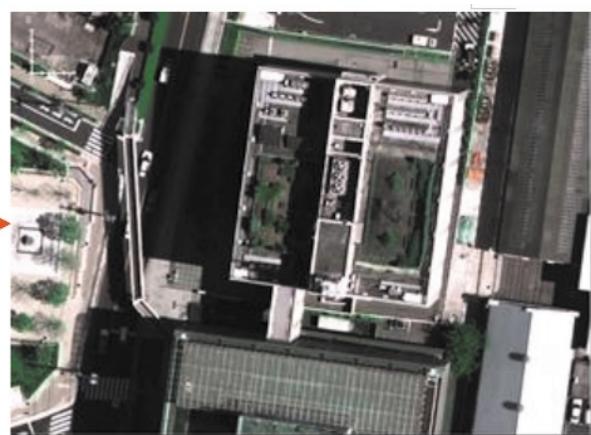


図. 2 赤外カラー合成の概念とDMC赤外カラー合成画像  
(赤外カラー合成画像では、緑色の植物は赤色に発色する)

(1) RGBカラー合成



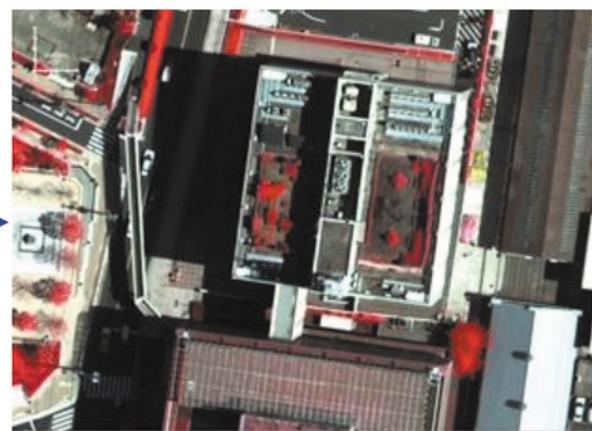
(2) RGBカラー合成拡大



(3) 赤外カラー合成 \* (1)と同じ範囲



(4) 赤外カラー合成拡大 \* (2)と同じ範囲



(5) 赤外カラー合成拡大、影部分を強調  
\*(4)の建物の影を明るくしたもの

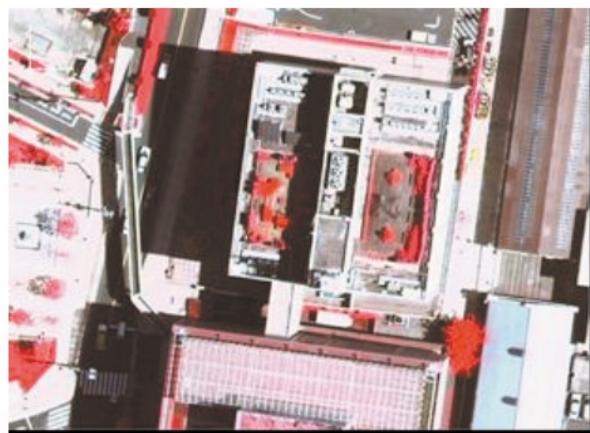


図.3 DMC画像の一例

### 3. 緑被率調査について

#### 3.1 緑被率調査手法

緑被率とは、町丁目や土地利用等の敷地面

積に占める緑被（樹木・樹林、草地等）面積の割合で、パーセントで表される（次式）。

$$\text{緑被率（%）} = \{(\text{緑被地の面積}) / (\text{単位区域面積})\} \times 100$$

\* 単位区域面積：行政区、町丁目、用途地域、土地利用等

東京都では、昭和63年に作成された「緑被率標準調査マニュアル」によって、緑の量の共通の計測指標として採用された。

緑被率調査の水準は、緑被地の抽出レベルによって3段階に分けられ、各自治体は地域の現状に合わせて水準を定めている。緑被地抽出の水準の概要は、表.2に示すとおりである。「緑被地」は「樹木被覆地」「草地」に区分するほか、近年では「屋上緑地」を抽出することが多い。植生被覆地以外では、「裸地」

「水面」等を抽出する例も多い。緑被地の抽出・面積集計は、「基本調査」と呼ばれる。

水準Iは基本的に資料調査であるが、水準IIと水準IIIでは空中写真等から撮影時点の緑被現況を抽出し、面積計測し、緑被率を算出する。水準IIIでは「詳細調査」として公共施設、公園、民有施設など土地利用別の緑被率も把握することとなっている。水準IIでは必須ではないが、詳細調査を行うことが多い。

表.2 緑被地抽出水準の概要

調査水準	内 容
水準I	街路樹、生垣などの小さな緑被地まで計測する調査水準 ・撮影：できる限り赤外カラーが望ましい ・撮影縮尺：1/8,000～1/10,000程度 ・緑被地の抽出：縮尺1/2,500程度に拡大された空中写真を判読し抽出 ・最小読み取り面積：地上での大きさ1m程度以下に設定する
水準II	大きな街路樹による緑被地程度までを計測できる調査水準 ・撮影：できる限り赤外カラーが望ましい ・撮影縮尺：1/8,000～1/10,000程度 ・緑被地の抽出：縮尺1/5,000程度に拡大された空中写真を判読し抽出 ・最小読み取り面積：地上での大きさ3m程度以下に設定する
水準III	山林など大規模な緑被地を中心として計測する調査水準 ・緑被地の抽出：資料図面（現存植生図、地形図等）の凡例から緑被地区分に準じた区域を抽出

（「緑被率標準調査マニュアル」（東京都環境保全局）による<sup>3)</sup>）

#### 3.2 品川区の調査内容

品川区はこれまで、水準Iに相当する面積10m<sup>2</sup>以上の緑被地を対象とした調査を行っており、今回も同様の水準で調査を行った。抽出した緑被地等は、樹木被覆地、草地、屋上緑地、裸地、水面である。緑被地等の定義は

図.4に示すとおりである。本調査では、緑被率の基本調査のほか、継続して実施している詳細調査も行った。調査項目は、学校、供給処理施設等、公園・道路・鉄道等、その他の公共公益施設（以上が公共施設）、商業地、住宅地、工業地（以上が民有施設）とした。

地区別、町丁目別、土地利用（詳細調査項目）別の各緑被地等の面積を集計し、それぞ

れに緑被率を求めて過去の調査との比較を行った。

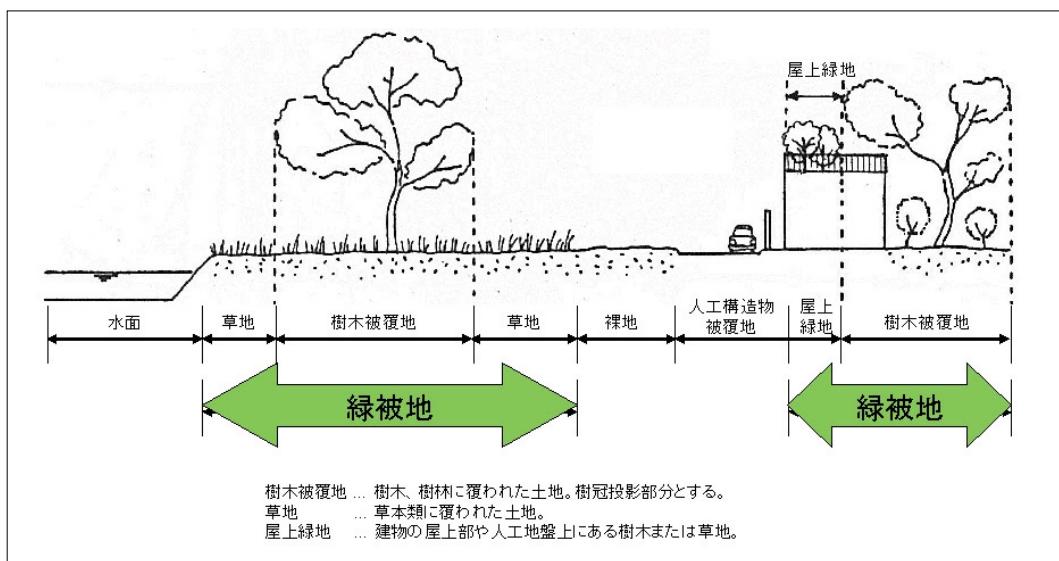


図.4 品川区の緑被地の定義

#### 4. 調査方法

緑被率調査は、緑被地を抽出して平面的な面積を計測することが基本で、この工程が作業の大半を占めている。図.5にはアナログ空中写真を用いた従来の調査手順と、DMCを用いた本調査の手順の比較を示す。本調査では、オルソ画像を用いて緑被地の抽出ができるほか、写真判読結果の透明フィルムへの移写、スキャニングなどの工程が必要ないという利点がある。

緑被地の抽出は、アナログ写真を用いた緑被調査では判読者が個々の緑被地を判読・抽出・移写していた。本調査では、近赤外バンドと可視光赤バンドを用いて算出される正規化植生指標（NDVI）を用いて緑被地の自動

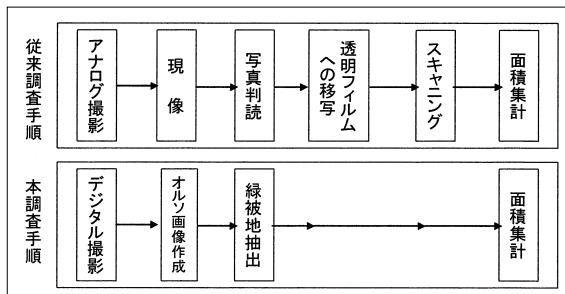


図.5 作業手順の比較

抽出を行った。NDVIは、植物の有無や種類・活性を表す指標と言われ、植生の抽出には頻繁に用いられている。その値にしきい値を設けることによって、客観的に植生の可能性が高い画素を抽出することができる。NDVIは次式によって算出される。

$$\text{NDVI} = (\text{IR} - \text{R}) / (\text{IR} + \text{R})$$

IR ; 近赤外DN値、R ; 可視光赤DN値

\* DN値はデジタル画像の各バンドがもつ値 (Digital Number) で、明るさを表す

図.6にはDMC画像を用いて作成したNDVI画像を示す。図.6では白っぽい箇所ほど植生

である可能性が高いことを示している。

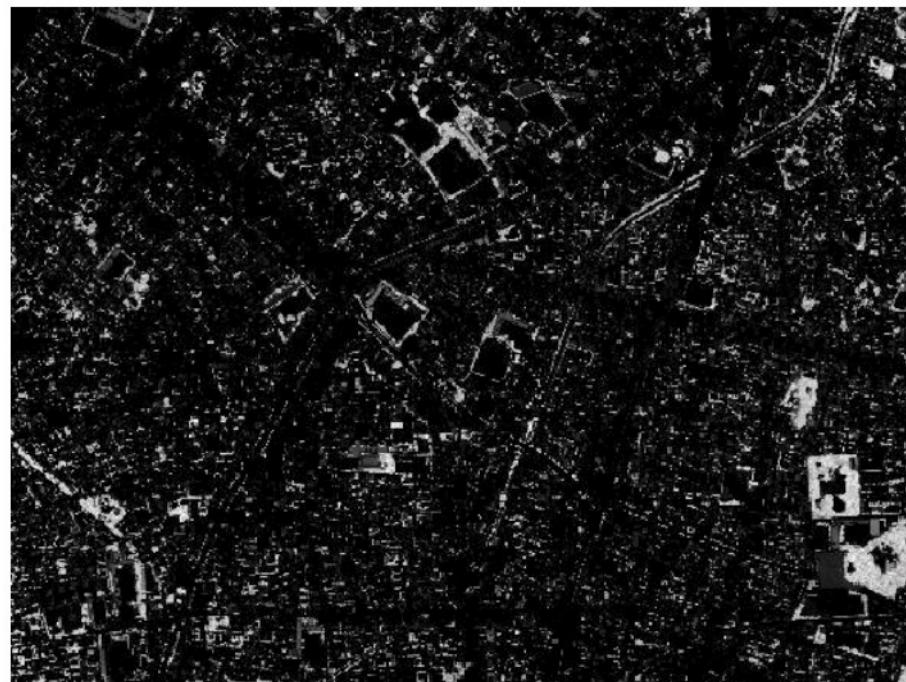


図.6 緑被地抽出の流れ

NDVIを用いた緑被抽出では、あるしきい値以上を全て「緑被地候補」として抽出するが、中には緑被地ではない地物も含まれる。また、緑被率調査では「樹木被覆地」と「草地」を区分する必要があるが、NDVIのみではその区分には限度がある。さらに、緑被率調査は、前回調査からの経年変化を正確に把握することが求められることから、前回調査結果との整合を図る必要がある。従って、緑被地の抽出はNDVIを用いて客観的に行うが、樹木被覆地と草地の区分、緑被地以外の除去などは主として目視判読によった。「屋上緑地」は都市計画図と重ね合わせ表示をして確認し、項目を区分した。NDVIでは抽出困難な植生以外の裸地や水面についても目視判読で抽出した。緑被抽出の流れを図.7に示す。本調査で用いたDMC画像の諸元は、表.3に示す。

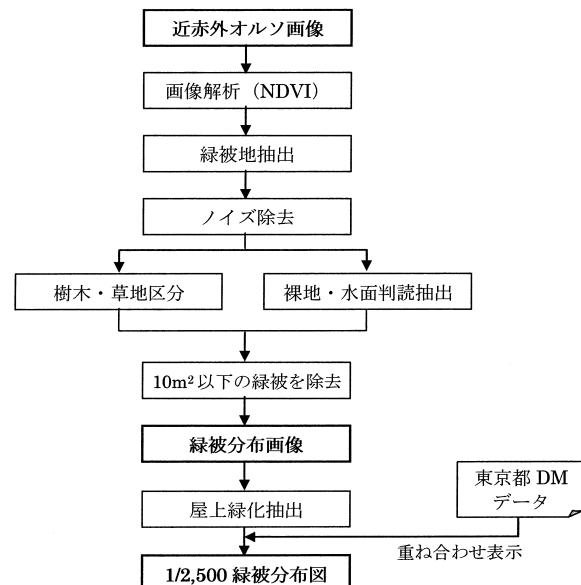


図.7 緑被地抽出の流れ

表.3 調査で用いたDMC画像の諸元

項目	摘要
撮影範囲	品川区全域 (22.72km <sup>2</sup> )
撮影年月日	平成16年6月5日
撮影縮尺	1:10,000
使用カメラ	デジタルマッピングカメラ(DMC)
同時取得画像データ	パンクロ/マルチ(青、緑、赤、近赤外)
地上解像度	12cm (13,824×7,680画素)
コース数(撮影方向)	10コース(東西方向)

## 5. 調査結果と考察

NDVIと目視判読によって作成した緑被分布図を図.8に示した。

区全域の緑被率調査の結果は次のとおりであった。

- (1) 平成11年から平成16年にかけて区全域の緑被地は16.6ha増加した。
- (2) その内訳は、樹木被覆地が47.0ha増加

し、草地が31.9ha減少、屋上緑地(樹木被覆地・草地の区分なし)が0.5ha増加した。

(3) 緑被率は、平成11年の12.0%から0.7%の増加で、12.7%となった。

(4) 区全域の緑被地は、平成6年度から継続して増加傾向にある。

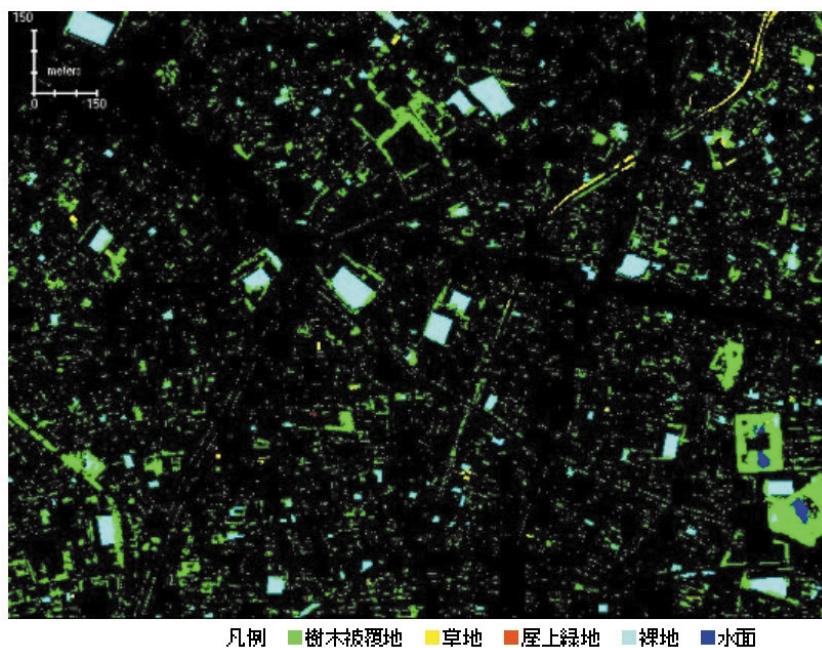


図.8 緑被分布図(部分)

図.9には、過去の緑被ポリゴンとの重ね合わせ画像(部分)を示した。樹木被覆地の輪郭に手書きと画像抽出の違いが見られるが、全体としてはほぼ同様の成果が得られていることがわかる。

デジタル空中写真を用いて緑視率調査を行

った効果は、次のようにまとめられる。

(1) アナログ写真の判読では不可能であつた実際の樹木・樹林地により近い、正確で詳細な樹冠投影形状を抽出できた。

(2) 建物の影の部分、民家に挟まれた部分

- などの判読もこれが軽減された。
- (3) 最小抽出面積前後(この場合は10m<sup>2</sup>前後)の緑被地の抽出を、定量的に判断して行うことが可能となった。
- (4) 全工程が一貫したデジタル処理であり、植生指標や緑被地ポリゴンの面積など、統一した判断基準に基づき詳細な緑被地境界の抽出が可能などの理由から、緑被抽出精度の向上を図ることができた。
- (5) 主として緑被地抽出の工程で、作業期間の短縮を図ることができた。

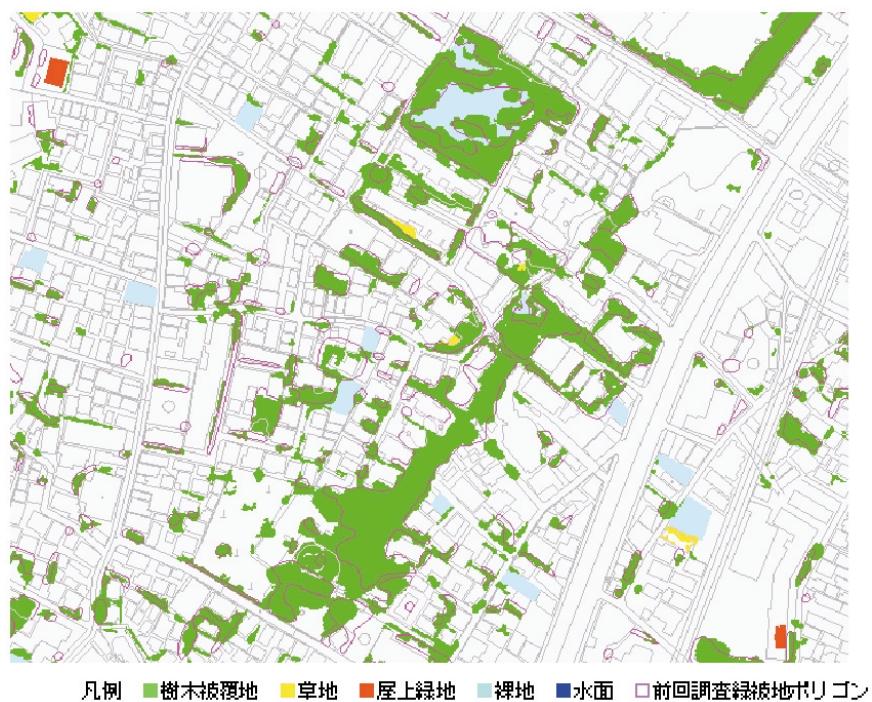


図.9 過去の調査結果との重ね合わせ(部分)

## 6. 今後の課題

緑被調査項目には、樹木や草地などの植生被覆地のほか、裸地、水面などが含まれている。現状では自動抽出できるのは植生のみであるため、今後の課題として裸地や水面も自動抽出を目指していくことが考えられる。

(発表日2005年6月22日)

## 参考文献

- 1) 石垣智明：デジタル航空カメラ(DMC)の導入と実績、2004年第26回測量調査技術発表会、2004
- 2) 小田三千夫：フルデジタル写真測量の確立に向けて、2004年第26回測量調査技術

## 発表会 2004

- 3) 東京都環境保全局：緑被率標準調査マニュアル、1988

## 発表者紹介

廣瀬 葉子(ひろせようこ)  
所属：国際航業株式会社デジタルセンシングセンター 画像応用グループ  
入社以来、画像処理・解析業務に従事してきました。画像処理は衛星データが主だったのですが、昨今は航空カメラの画像を扱う機会も多くなっています。