

# 空間情報を用いた緑景観のモデル化

○大野 陽一\*<sup>1</sup> 吉川 眞\*<sup>2</sup>

キーワード：景観工学 空間情報 GIS

## 1 はじめに

近年の情報技術の発達に加え、FacebookやTwitterをはじめとするソーシャルメディアが一般化することで、私的な時空間情報の配信・取得が比較的容易になっている。とくに観光地では、訪れた人々が実際に体験した景観を撮影し、その写真画像がSNSを通じてインターネット上に蓄積されている。また、写真画像だけでなく撮影位置・撮影時刻情報などが含まれているものもある。これにより、人々が「いつ」「どこで」「どんな景色」を「どのように」撮影したかという情報が比較的容易に取得可能となった。このような膨大で私的な時空間情報を活用し、地域特徴の抽出<sup>1)</sup>や観光ルートの自動抽出<sup>2)</sup>のように現地を訪れた人びとにより生成されたデータの活用が行われている。

観光名所としてあげられる場所では、花見や紅葉狩りといったように、時間の流れの中で変化する景観現象を体験することが目的となることも少なくない。現代に至るまで花見や月見といった文化は根強く続いており、各地にその実例が存在している。また、われわれ日本人は古くから視点移動などによる比較的短い時間による継起的な景観変化を意図的に生み出すことにも長けており、大名庭園などにその実例が存在している。こういった背景のなか、時間経過にかかわって、日中の色彩変化における図と地の変化に着目した研究<sup>3)</sup>や季節による樹木の様相の変化に着目した研究<sup>4)</sup>、歩行者の注視行動に着目した研究<sup>5)</sup>などが行われてきた。つまり、わが国の景観において時間は重要な要素の一つとして考えられる。

## 2 研究の目的

景観工学において、景観現象を包括的に把握するために現象的分類が行われている（図1）<sup>6)</sup>。この分類ではシーン景観を景観現象の基本型と考え、これに視点の移動、空間の広がり、時間の経過などが加わって、より複雑な現象が成立するとされている。この分類の中で、長い時間の経過に伴って、見られる対象そのものが変わって変化してゆく景観を変遷景観としており、それ以外の天候、時刻、季節など比較的短い時間変化は変動要因とされているが、変動要因が景観に与える影響も研究対象とされてきた。とくに今日では、ビッグデータの活用により

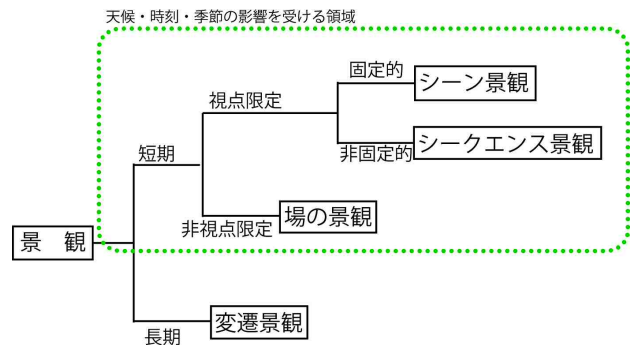


図1 景観の現象的分類<sup>6)</sup>

より多くの訪問者の目に映る景観現象の変化を把握することでより定量的な分析が可能と考えられる。

そこで本研究では、観光地で生成されるビッグデータと、観光地で視対象となることが多いと考えられる緑に着目し、さまざまに取得される空間情報を用いて分析とデザインのためのモデル構築を試みている。とくに、「季節」が樹木の見え方に変化を与える時間スケールとして適していると考えられるため季節変化を対象とする緑景観のモデル化を行っている。

## 3 研究の方法

本研究では、実際に人々が撮影した写真画像と、その位置情報・時刻情報を取得し分析を試みている。すなわち、写真コミュニティサイトである Flickr とその API を利用しデータベースの構築を行い、CAD/CG や GIS (Geographic Information System) といった空間情報技術を統合的に活用し分析を行う。具体的には、緑が観光の対象となっており、四季折々の景観を見ることが可能である京都市を対象フィールドとして研究を展開している。対象フィールドに位置する植生図から季節によって見え方を変える樹群位置を把握し、対象地を選定している。

つぎに、数あるソーシャルメディアの中でも写真コミュニティサイトを活用して典型的な視点場の位置を把握する。先に述べたようにソーシャルメディアを活用した研究が行われている。なかには、不特定多数の人びとが撮影した写真画像から地域景観の特徴を把握したもの<sup>7)</sup>もあるが、撮影された写真画像が景観分析に活用された事例は少ない。そこで、本研究ではこの手法を応用し、人々が各地で実際に体験し、撮影した写真画像を手がかりに分析を行うことで、対象地で実際に体験された景観

現象の把握を行っている。さらに、それぞれの視点場から眺められる植生の把握を行い、季節ごとの景観を把握し、ビジュアルに表現することになっている。

#### 4 写真コミュニティサイトの位置づけ

今日では、2.5 エクサバイト (exabyte: EB) ものデータが日々生成されており、このようなデータ量の爆発的な増加をもたらした要因の一つとしてソーシャルメディアの普及が挙げられる<sup>8)</sup>。ソーシャルメディアはその目的別に細分化されつつあり、生成されるデータについてもテキストや画像・映像といったデータが日々生成され続けている。

ソーシャルメディアのなかでも写真コミュニティサイトでは、個人が撮影した写真をインターネット上で整理・分類するだけでなく、公開・共有が可能となっており、国内外にさまざまなものが存在している。とくに Flickr<sup>9)</sup> は国際的な写真コミュニティサイトであり、API (Application Programming Interface) による写真データの収集が容易といった特徴がある。

#### 5 対象地と対象景観の選定

##### 5. 1 植生分布の把握

季節ごとの景観現象を捉えるため、緑に着目し分析を展開する。そこでまず、自然環境保全基礎調査植生調査情報提供ホームページより提供されている 1/25,000 植生図 GIS データを用いて京都市周辺の植生分布を把握する。このデータは最小表示面積 1 ha 以上の属性値を持ったベクトルデータである。これにより、植生における群集の最高階層優占種や最高層高さが位置情報とともに把握することが可能である。

まず、京都市周辺の山に生育する樹種の把握を行う。植生図を GIS 上で表示した結果、落葉広葉樹群であるアベマキ・コナラ群集が京都市内を囲んでいることが分かった (図 2)。また、紅葉の色づきが特徴的とされるイロハモミジ・ケヤキ群集が嵐山に集中していることも確認した。嵐山は観光地として有名であるが、嵐山自身も観光資源、つまり眺めの対象として観光ガイドブックなどで紹介されている<sup>10)</sup>。つまり、景観の視点場であり、対象でもある。このことから、嵐山を対象地、くわえて眺めの対象として分析を展開していく。

##### 5. 2 視点場の選定

景観において視点と対象の位置関係は最も基本的な関係であり重要な要素である。くわえて本研究では、季節による景観変化に着目していることから、年間を通して好まれる景観とその視点・視点場を把握することが必要

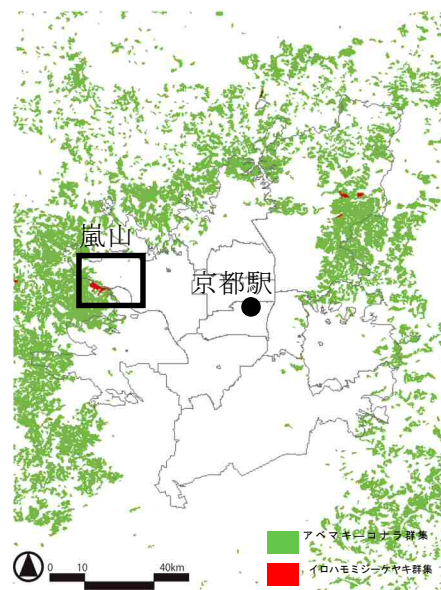


図 2 植生分布状況

といえる。

そこでまず、flickr API を用いて嵐山の観光地で撮影された写真画像を入手し、典型的な視点場と考えられる場所の抽出を行う。なお、収集期間を 2013 年 1 月 1 日から 2015 年 12 月 31 日までの 3 年間とした。その結果、全体として 4,486 枚の写真情報を入手した。さらに、収集した写真画像のなかでも嵐山を撮影した画像を抽出し、撮影位置の把握を行っている。

つぎに、それぞれの位置関係をもとに、ホットスポット分析を行うことで良視点場として考えられる位置の抽出を行う。ホットスポット分析は交通事故や感染症が集中している場所 (ホットスポット) の特定に用いられるが、今回は写真撮影位置の集中個所をホットスポットとして考え、良視点場の把握を行っている。

本研究では、Arc Map に搭載されているホットスポット分析 (Getis-Ord Gi\*) 機能を用いて分析を行っている。ホットスポット分析の結果は標準偏差 (Z スコア) Gi\* として算出され、それを導くために以下の式が成り立つ (式 1)。

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - \left( \sum_{j=1}^n w_{i,j} \right)^2}{n-1}}} \quad \text{----- (式 1)}$$

ここで、n は観測地点の総数、 $w_{i,j}$  は観測点 i と j 間の結合関係を表すウェイト値、 $x_j$  は地点 j 上の値を表す。また、全体の平均値  $\bar{X}$  と分散値 S は以下の式で表せる (式 2, 式 3)。

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \quad \text{----- (式 2)} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2} \quad \text{----- (式 3)}$$

なお、検索距離の閾値は投稿写真が撮影されたスポット間の最近隣距離の平均値から算出している。算出された標準偏差の値が 2.58 以上であれば 99% 以上、1.96 であれば 95%、1.65 では 90% の信頼度が得られる。つまり、算出した値が 1.65 以上あれば、この地域における重要な視点場である可能性が高いと考えられる。

嵐山を撮影した写真を対象にホットスポット分析を行った結果、天龍寺が抽出された(図3)。しかし、天龍寺からの眺めは嵐山を借景として用いたものであるため、嵐山を主たる対象として撮影された場合の視点場が抽出されていない。そこで、天龍寺周辺のポイントを除いたデータを用いて再度ホットスポット分析を行った。その結果、桂川左岸と中ノ島が抽出された(図4)。

また、写真画像の内容を詳細に調べると桜・紅葉など季節に伴う嵐山の景観の変化を把握することが可能であることが分かった。地形的特徴を考慮すると、嵐山を眺める視点場として桂川左岸が適しているといえる。これらの理由から、今回の分析では桂川左岸から嵐山を背景に眺める景観と天龍寺から嵐山を借景として眺める景観の2つを対象として展開する(図5,図6)。

## 6 ケーススタディ

### 6. 1 季節変化の把握

選定した視点場からの可視領域を把握した結果、イロハモミジ・ケヤキ群集が見える割合が高く、この群集が四季による景観変化に重要な樹群と考えられるため、詳細に分析を行う(図7)。現存植生図からそれぞれの群集の位置は明らかになっているが、群集内に存在するイロハモミジなど単木の詳細な位置情報は公開されていない。しかし、自然に存在する植物群集は階層構造を持ち、イロハモミジ・ケヤキ群集では高木層に樹高7~35mのケヤキ、亜高木層には樹高5~10mのイロハモミジがそれぞれに当てはまると考えられる。そこで、航空機レーザー測量(Airborne LIDAR)データ(以下LIDARデータ)を用いて、嵐山表層部の高低差を把握することでイロハモミジの位置推定を行っている(図8)。

さらに、春の嵐山を特徴づけるヤマザクラの位置を把握する。「嵐山国有林の今後の取扱方針(最終案)」<sup>11)</sup>によると、ヤマザクラはもともと小さい崩壊地の「土溜まり」に生息していると書かれている。「土溜まり」の具体的な定義は存在しないが、崩壊地ということで緩斜面地に生育していることが考えられる。LIDARデータは地表面にむけてレーザーを発射するため、地表面の高さ情報だけでなく、森林などの場合には複数のパルス(樹木高や地表面高、その中間値など)を得ることができる。とくに森林部で取得されたLIDARデータの場合には、ファーストパルスが樹木高、サードパルスが地表面部の値

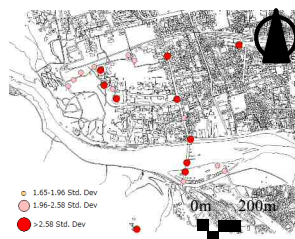


図3 ホットスポット分析1

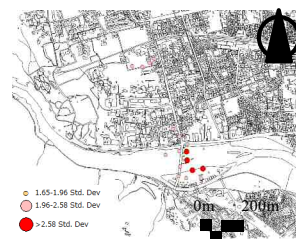


図4 天龍寺を除いた分析2



図5 桂川左岸からの眺め

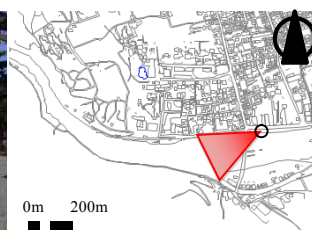


図6 天龍寺からの眺め

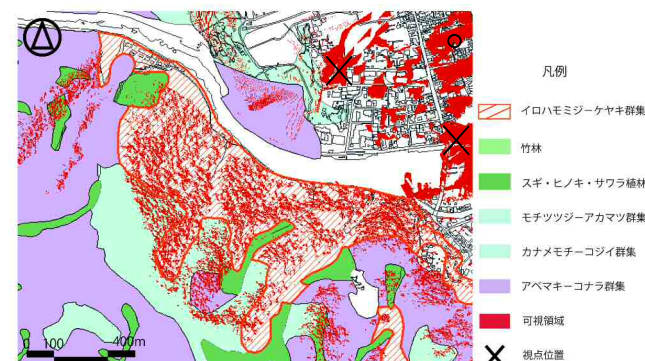
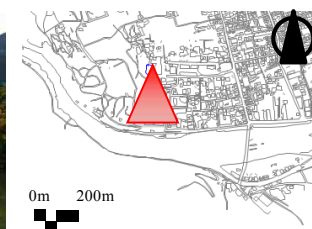


図7 可視・不可視分析結果図

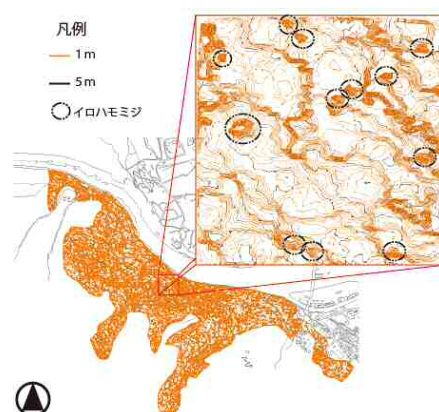


図8 表層部の把握図

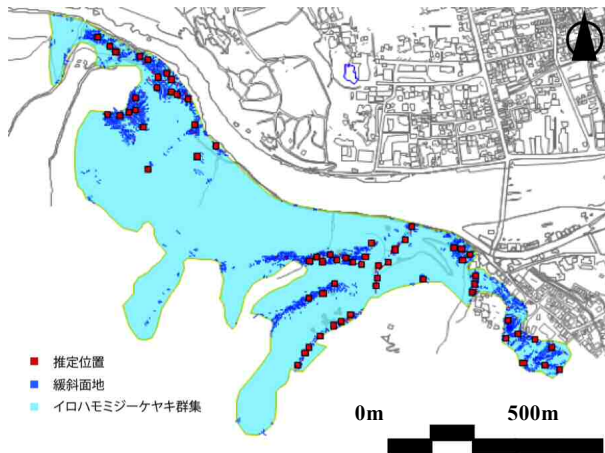


図9 ヤマザクラ抽出位置

であると考えられる。

そこで、傾斜角5度以上21度以下の緩斜面地を土溜まりと仮定し、LIDARデータのファーストパルスとサードパルスの差分、ヤマザクラの形状・生育条件を基にヤマザクラの位置推定を行った（図9）。

## 6. 2 3次元モデルの作成

抽出したイロハモミジ・ヤマザクラの位置を検証するため、嵐山の植生分布・樹種ごとにLIDARデータのファーストパルスを抽出し、TIN (Triangulated Irregular Network)を作成することで植生分布を考慮した嵐山の3次元モデルを作成した。

さらに、立体写真測量の技術を活用し、現地で撮影された写真と3次元モデルとを比較・検証している（図10）。今回は3次元モデルのレンダリング画像一枚と現地で撮影された写真画像2枚の合計3枚を用いて検証を行った。

イロハモミジに関しては現地写真からの判断が難しく、定量的な精度検証は困難であった。ヤマザクラの場合では、抽出した64箇所中2つが現地写真と同一の位置を示していることを確認した。

## 6. 3 景観シミュレーション

これまでの分析結果をもとに、天龍寺庭園内を視点位置とした季節ごとの景観シミュレーションを行う。その際、樹木単体が視覚的に意味を持つ距離（単木域）を樹冠から算出し、そのエリア内に生育する樹木に関しては単木の樹木モデルを作成している（式4）。

$$d=S/s \quad \text{----- 式(4)}$$

Sは対象の大きさ、sは対象の見込角（1°）、dは視距離を表す。対象の大きさをイロハモミジの樹冠サイズである14mに設定し計算した結果802mとなった。人が山を見る時には木を1本ずつ見ることは少なく、樹林としてみることが考えられる。そこで、対象となる嵐山の緑はTINで作成し、単木域であっても比較的近距离にあ



図10 検証作業図

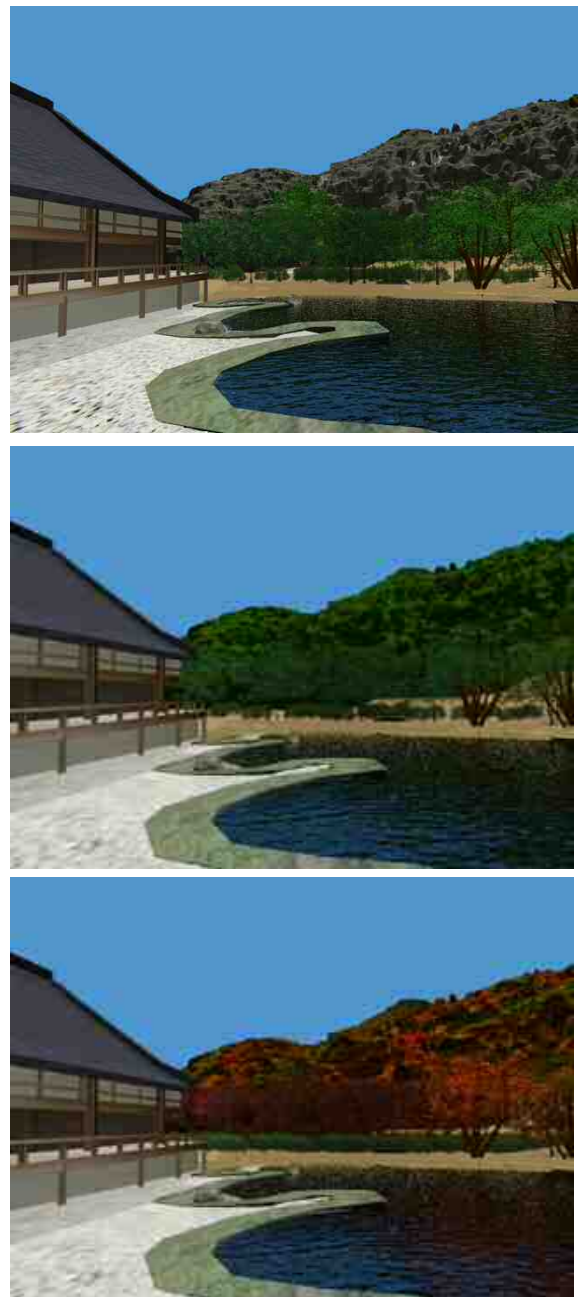


図11 景観シミュレーション画像

上：春，中：夏，下：秋

る視点場側の緑に関しては単木の樹木モデルを作成することになっている。

対象モデルでは、嵐山が近景域に位置していることから、地形としての山ではなく樹高を考慮した3次元嵐山モデルを作成している。その際、群集・樹種別にレイヤーを区別している。それにより、それぞれに異なるテクスチャを貼ることができ、季節変化を考慮したシミュレーションが可能となっている(図11)。レンダリングソフトを用いることで、水面の反射や日照条件を詳細に設定することができ、より現実に近い表現が可能となっている。また、季節変化に対応した3次元モデルを構築することで、季節ごとのシーン景観を容易に表現することができた。くわえて、3次元モデルであることで、別視点からの眺めやアニメーションへの展開などが可能となっている。

## 7 おわりに

本研究では、京都市をケーススタディとし、現存植生図と flickr API を用いて取得した写真情報などのオープンな GIS データをもとに具体的な対象地・対象景観である嵐山を選定することができた。とくに今回、私的な時空間情報を用いて視点場・視対象を抽出することで、より多くの人びとが実際に眺めている景観を特定できたと考えられる。

また、イロハモミジやヤマザクラといった嵐山の季節を特徴づける樹木の詳細な位置情報に関しても、LIDAR データを用いた分析により推定し、3次元モデルを作成することで景観シミュレーションに展開できるといった一連の流れを確認することができた。

しかしながら、LIDAR データを用いた分析においては精度向上が必須であり、樹木の位置抽出においては地形の傾斜角や地質といった位置特定条件を精査する必要がある。同様に、抽出した樹木位置の検証精度に関しても引き続き研究が必要である。また、flickr API を用いて取得した私的な時空間情報には年月日だけでなく時分秒までの時刻情報と位置情報が記載されているが、今回は季節という時間スケールに限った分析に留まっているため、それより短い時間変化は把握していないが、今後シーケンス景観を把握するためのデータベースとして活用できる。

この3次元モデルは群集や樹種といった属性情報を持つものであり、BIM (Building Information Modeling) や CIM (Construction Information Modeling) と類似したモデルといえる。そのため、景観シミュレーションだけでなく嵐山の維持管理や別の目的にも応用可能なモデルである。また、位置情報を持つモデルであるため、AR (Augmented Reality) による表現も可能であり、今回のモ

デル精度の確認や観光用途への応用なども可能である。

写真画像そのものに Exif (Exchangeable image file format) 情報が付属しているものもある。Exif 情報には撮影方向や F 値といった撮影の状況を記した情報が記載されているため、これらの情報も統合したモデル化手法の構築を目指していきたい。

## 謝辞

本研究は JSP 科研費 26350026 の助成を受けたもので

す。ここに記して謝意を表します。

## 【参考文献】

- 1) 李龍, 若宮翔子, 角谷和敏: Tweet 分析による群集行動を用いた地域特徴抽出, 情報処理学会論文誌 データベース, Vol. 5, No. 2, 36-52, 2012
- 2) 倉田陽平: 観光ポテンシャルマップの信頼性向上に向けてーソースとなる投稿写真データの自動選別ルールの構築ー, 地理情報システム学会学術大会講演論文集, Vol. 22, c-7-5. pdf (CD-ROM), 2013
- 3) 大影佳史, 宗本順三: 景観画像の特徴の時刻変化と昼・夕・夜景の「図」と「地」の考察 山並みを持つ京都の都市景観を事例として, 日本建築学会計画系論文集 第 515 号, 179-185, 1999
- 4) 大野陽一, 吉川眞, 田中一成: 空間情報を用いた緑景観における季節変化のモデル化, 土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集, pp97-98, 2013
- 5) 益岡了, 林野博司: シークエンス景観における歩行者の行動と反応, デザイン学研究 44(4), 1-10, 1997
- 6) 篠原修: 新体系土木工学 59 土木景観計画, 技法堂出版株式会社, 1982)
- 7) 中嶋俊輔, 吉川眞, 田中一成: 地域景観の発見〜鉄道ネットワークに着目して〜, 景観・デザイン研究講演集, No. 8, pp. 42-45 (CD-ROM), 2012
- 8) Mash G Huddar, Manjula M Ramannavar: A Survey on Big Data Analytical Tools, INTERNATIONAL JOURNAL OF LATEST TRENDS IN ENGINEERING TECHNOLOGY, Special Issue IDEAS 13, 2013
- 9) flickr: <https://www.flickr.com/>
- 10) 京都観光 Navi: <http://kanko.city.kyoto.lg.jp>
- 11) 近畿中国森林管理局: 嵐山国有林の今後の取扱について, [http://www.rinya.maff.go.jp/kinki/kyoto/information/pamphlet/pdf/100426arashiyama\\_houkokusho.pdf](http://www.rinya.maff.go.jp/kinki/kyoto/information/pamphlet/pdf/100426arashiyama_houkokusho.pdf), (確認 2016.6.13)

\*1 復建調査設計株式会社 空間情報部情報補償課 修(工)  
\*2 大阪工業大学 教授 工博

# Modeling of Green Landscape by Spatial Information

○Yoichi ONO\*<sup>1</sup>

Shin YOSHIKAWA\*<sup>2</sup>

Keywords : Landscape, Spatial Information, GIS,

Landscape simulations have been becoming by development of the geospatial information technology. The changes in the comparatively shorter time than the period of landscape transition, have been considered as variation factors in landscape engineering. However, the effect of variation factors on landscape is not so clear. On the other hand, the social media in the information technology have been developed remarkably. The scenes at sightseeing are photographed, and the photos are accumulated as the personal spatio-temporal information in a non-structured state on the Internet.

In this research, a green landscape showing a delicate change with a change in the time is intended as the object. The green changes its aspect such as flowering and leaves' coloring. The authors extract such green changing delicately and express the green landscape every season by using CAD/CG and GIS after grasping the positional data.

At first, the city of Kyoto is selected as a case study area. Next, the authors analyze in a large region in order to set the objective area and the viewpoint field. Finally, they grasp the vegetation changing in a scene landscape as a fundamental form of landscape. And they express changes in the green every season visually by using CAD/CG.

They understand the status of vegetation around Kyoto in order to select the concrete study area. The existing vegetation map provided by the Biodiversity Center of Japan shows the Japanese maple and Japanese zelkova growing in groups in the Arashiyama-Sagano district.

Therefore, the Arashiyama-Sagano district was selected as the study area, and the case study scenes and their viewpoints were selected by using the photo community website, too. As a result, two scenes were selected as the case study scenes. In order to find the important tree in scenes, the visible-invisible analyses were conducted from two selected viewpoints. These analyses used DSM made from DEM and LIDAR data. Because the ratio of the Japanese maple-zelkova community viewed from two viewpoints is high, the vegetation distribution of the Japanese maple-zelkova community is investigated in great detail.

Therefore, the authors think that the distribution of the Japanese maple as the near tall tree can be grasped by observing the surface of the Japanese maple-zelkova community. Then, they has grasped the trees position located in the layer of the near tall tree by using contour lines made only from the first pulse of LIDAR data. Also the vegetation distribution of the Arashiyama-Sagano district is expressed on TIN generated by every tree class and community. So, the authors utilized the photogrammetry to verify the position of the Japanese maple. They combined the photo image taken on the spot with CG image rendered from 3D model. As a result, it could be confirmed that the Japanese maple leaves in the photo image had turned red at the same position as in 3D model made from LIDAR data.

Then, the authors utilize the geospatial information and estimate the position of the wild cherry trees. According to the geometric characteristics and the growth conditions of the wild cherry trees, they made 3D models for the wild cherry trees at the appropriate positions. And also they verified the positions of the wild cherry trees by the photogrammetry as well as the Japanese maple.

Finally, they made the entire 3D models by using CAD/CG to carry out the landscape simulation every season. As a result, by utilizing LIDAR data and photo images specified the tree positions, and every seasonal scene could be modeled.

---

\*1 Department of spatial informatin, Fukken Co., Ltd., M.Eng.

\*2 Professor, Faculty of Engineering, Osaka Institute of Technology, D.Eng.