

# キャンパス内樹木環境を利用したフィールド調査力向上のための実践教育

Environmental Education Practice on Green Campus for Developing Field Investigation Skills

●  
五明 美智男  
生命環境科学科 教授  
大竹 洋平  
生命環境科学専攻 修士課程2年  
長谷川 満加  
生命環境科学専攻 修士課程2年  
清水 麻里  
生命環境科学専攻 修士課程1年

●  
Michio GOMYO  
Department of Life and Environmental Sciences, Professor  
Youhei OTAKE  
Master course of Life and Environmental Sciences, Graduate Student  
Mika HASEGAWA  
Master course of Life and Environmental Sciences, Graduate Student  
Mari SHIMIZU  
Master course of Life and Environmental Sciences, Graduate Student

●  
2015年9月18日受付

●  
Received : 18 September 2015

Working from the perspective of environmental education, a series of experimental programs on a green campus designed to improve students' field investigation skills were developed. As part of the regular curriculum, the name, height, diameter at breast height and location of trees were investigated in a fourth semester experiment, and a tree database was built in the sixth semester. Students gained knowledge of tree identification and learned effective measuring and error principle. Further, they recognized that both teamwork and appropriate job allocation are critical for gathering data and creating the tree height distribution map efficiently. These experiments are expected to provide students with step-by-step comprehension, interests and change in attitudes. As a typical application of their skills and experience, wooden structures in shrines or temples in urban regions were investigated and discussed.

キーワード：フィールド，樹木環境，調査力，環境教育

## 1. はじめに

大学講義で展開される基礎から応用までの座学と平行し、調査の基礎力と実践力を向上させることは、環境分野のみならずフィールドを対象とする技術者の教育として大変重要である。そのためには、カリキュラムとして提供される学生実験の戦略的な展開、プログラムの工夫、教育効果の確認、PDCA サイクルでの実践等が望まれるところである。著者の一人は、こうした試みとして、3つの学びのサイクルを提案し、「基礎的知識とその応用をはかるための座学による11のキーワードの段階的理解」、「座学とフィールドのギャップを埋める教室からフィールドへの対象領域の段階的拡大」、「フィールド研究を志向する学生意識の段階的変化」を促進する統合的な取り組みを実践してきているところである<sup>1)</sup>。

本報では、キャンパスを活用した学生実験プログラムとして、特にキャンパス内の樹木環境を利用したフィールド調査力の向上の取り組みとその成果を反映した卒業研究の実践例について、2012～2014年度の成果を報告する。

## 2. プログラムのねらい

千葉県の都市臨海部に位置する本学津田沼キャンパス内には、多くの草本樹木が植えられ、緑豊かな教育研究の場と開放的な空間を提供している。著者らは、こうした特性を活かし、学生の調査力向上に資するキャンパス内での学生実験プログラムの開発と実施に取り組んできているところである。観察に重点をおいた3年前期の「ビオトープの構造要素を用いた環境評価の実験プログラム」<sup>2)</sup>に対し、2年後期、3年後期に提供される本プログラムは、計測と

データ化に重点をおいて取り組むものとなっている。

2年後期（4セメスター）の学生実験（以下、4S実験）では、簡易測量により野外調査の基本的な進め方を習得するとともに、樹木管理の基礎情報である樹木名、樹高、樹径とそれらの分布の把握を試み、キャンパス内の樹木環境を評価しようとするものである。測定機器類の取り扱いに慣れ、フィールドの条件に合わせて使いこなすと同時に、自分たちよりも大きな $10^2$  mスケールにおいて、目測と計器計測の精度の差や対象樹木の特性が計測結果に影響を与えることに気づくこと、初めての共同者と限られた実習時間内に作業を進め一定の成果を得ることが要求される。キャンパスというフィールドでの自身の関心、気づき、協力、率先に加え、歩きまわり話し合うことによる気づきへの誘導、チームワークによるフィールドセンスの向上、計測・分析のためのコミュニケーションの必要性と改善、短時間に得られる成果の理解などによって、学生自身の変化の場と機会が提供される。

研究室配属後の3年後期学生実験（6S実験）では、研究室メンバーとのチーム作業によって、より正確なキャンパス樹木環境の把握を行うことで、1年前の実験プログラムの再確認、樹木環境に対するさらなる理解を促すとともに、卒業研究テーマの一つとしての動機づけがなされる。

### 3. プログラム内容

#### 3-1. 4S実験

4S実験では、120名前後の受講生に対し6回に分けて実験を行った。1回あたり約20名となる受講生を4つのグループに分け、180分をガイダンス（30分）、2つのサブプログラム（合計120分）、データ整理（30分）に割り当てて実施した。

##### （1）サブプログラム1

津田沼キャンパス内の人工池周りの同一樹木13本を対象に、種々の方法での樹高の測定、胸径・樹周の測定、樹種の同定を行うものである（写真1、写真2）。測定方法は、目測および幾何学的測高器、レーザー距離計による測定値を眼の高さで補正する3つである。レーザー距離計による測定では、3回の計測の平均値とした。樹径・樹周は、表裏にそれぞれのスケールが刻まれているメジャーを用い1.3 mの高さで計測し、あわせて撮影、スケッチ、メモなどを行い図鑑により同定する。なお、樹高については、対象樹木の地上部の高さとして定義し、実験期間が9月下旬から翌年1月中旬までとなることから、落葉樹については、落葉前には樹冠の頂端、落葉後には主枝または側枝の頂端を上端とした。

##### （2）サブプログラム2

測定に慣れた後に、レーザー距離計を用い、キャンパス内の樹高の分布図を作成するものである。水平座標つきのキャンパス地図に樹高を測定した樹木の位置を記入する。キャンパス内の担当領域内で、低木から高木までどの樹木を測定するか、どのような手順で進めるか等をグループの



写真1 人工池周辺の状況  
（上：平成24年9月24日，下：平成24年12月5日）



写真2 実験時の調査状況  
（平成26年11月3日）

メンバーと相談しながら、限られた時間内で効率よく測定してまわる。4つのグループのデータを統合して初めてキャンパス全体のデータとなることから、水平座標および樹高の正確性と欠測を避けることに留意し、責任をもって作業を進めることが要求される。

### 3-2. 6S 実験

6S 実験では、研究室配属の決定した 10 数名の学生を対象に、卒業研究の準備として様々な講義や実験が提供される。樹木環境については、4S 実験における個々の実験報告書の指導に対し、データの精度や信憑性、同定の正確さを検証しつつ、フィールドにおける計測とデータ化についての学習を深めることとなる。また、人工的に造成された空間は、人の手による維持と管理が必要であり、場所によっては草本樹木の伐採や植え替えも行われる。こうした維持管理の重要性や変化も理解できるよう、6S 実験ではキャンパス内樹木のデータベースの作成と更新、GIS による地図化を行う。

データベースの項目は、樹木名、写真、キャンパス内位置情報、樹木特性（樹高、樹形、花色・時期、種子、樹皮、枝葉、国内分布）である。

## 4. プログラム実践の結果

### 4-1. 4S 実験

#### (1) 樹種

人工池の周りの樹木の樹種については、樹皮、葉の形、樹形から同定した。樹齢による樹皮の様子に違いが見られるものの、13 本すべてケヤキとなっている。2012 年の学生実験報告では、上位よりケヤキ (102 人)、ミツデカエデ (4 人)、ブナ (3 人)、ミズメ (2 人)、エノキ (1 人)、カシ (1 人)、ヤナギ (1 人) となった。誤答においては、樹皮のみで判断するなど一部の樹木特性のみで判断していた。樹種の同定のプロセスとしては、例えば表 1 に示すような観察と記述、比較などが望まれるところである。

#### (2) 樹高・胸径

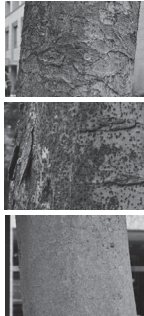
図 1 は、人工池の周りの樹木の樹高について、目測とレーザー距離計による 2012 年度の学生測定値の関係を示したものである。バラツキが大きいことを知ることによって、真値を求めることの難しさや目測の不確かさが理解される。

また、図 2 は、メジャーにより計測した樹周と胸径の関係である。同一樹木でも、測定位置のずれや計測テープの廻し方により誤差が生じるが、数値の読み違いをしている学生が見られた。両者の比例性を考えれば、読み取り値のチェックも可能ではあるが、そうした確認はなされていない。新しい計測器を使用する際には、その原理と取扱、計測値の信憑性の確認が必要であることが学ばれる。

#### (3) 測定本数

サブプログラム 2 においては、キャンパスを 4 領域に分割し、4つのグループがそれぞれの領域を担当した。グループの作業手順の差によって、一回において別の回との

表 1 人工池周りの樹木の観察結果

|         | 樹皮 (色・表面・樹齢による変化)  | 葉の形 (全体形・基部および先端の形状・葉の周り・厚さなど)  |
|---------|--|---|
| 池の周りの樹木 |                                    |    |
| 観察結果    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・灰色～白っぽい</li> <li>・表面はががれている樹木とすべすべの樹木がある</li> <li>・丸粒の粒が表面に多数みられる</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・卵のような形 (丸っぽいものから細長いものまで)</li> <li>・葉の周りはギザギザしている</li> <li>・先がとがっている・根本は丸い形をしている</li> <li>・光を受けた状態から葉の厚さは薄いものと思われる</li> <li>・葉は交互に生えている</li> </ul> |
| ブナ      | 樹皮は灰白色で、割れ目がなく滑らか、地衣類などが着生して模様をつくる。  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・卵形</li> <li>・葉の周りは波状の鋸歯がある</li> <li>・先がとがっている・根本は広いきび形をしている</li> <li>・葉の厚さはやや厚い</li> <li>・葉は交互に生えている</li> </ul>                                   |
| イヌブナ    | 樹皮は灰黒色で、数多くのいぼ状の皮目がある。   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・長い楕円形</li> <li>・葉の周りは波状の鈍い鋸歯がある</li> <li>・先がとがっている・根本は広いきび形をしている</li> <li>・葉の厚さはやや薄い</li> <li>・葉は交互に生えている</li> </ul>                              |
| ミズメ     | 樹皮は暗灰色で滑らか。長い皮目が横にあつて、ツツラの樹皮に似ている。老木では割れ目が入りはがれる。  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・卵形</li> <li>・葉の周りは波状の鋭い重鋸歯がある</li> <li>・先がとがっている・根本は浅いハート形ないしはや円形</li> <li>・葉は交互に生えている</li> </ul>   |
| ケヤキ     | 樹皮は灰白色、滑らかで、小さな皮目が多く、老木では鱗片状にはがれる。   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・狭卵形～卵形</li> <li>・葉の周りは鋭い鋸歯がある</li> <li>・先がとがっている・根本は浅いハート形あるいは円形</li> <li>・葉は交互に生えている</li> </ul>  |

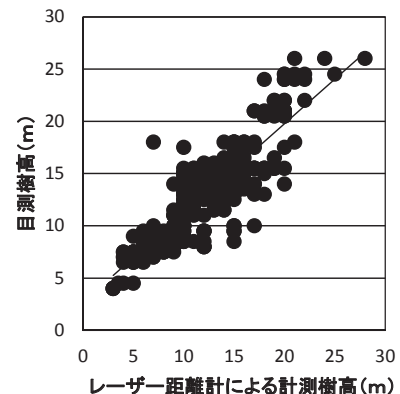


図 1 レーザー距離計および目測による樹高の関係

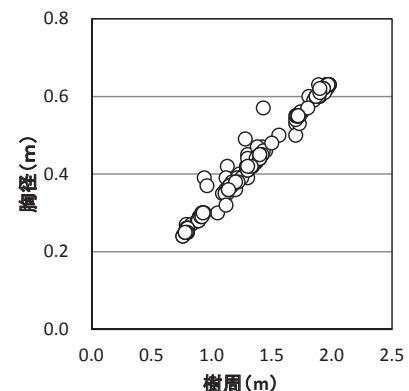


図 2 人工池周りのケヤキの樹周・胸径の関係

比較においても測定本数には差が生じた。

図3は、2013および2014年度それぞれ6回の各実験において、4つのグループが計測した樹木本数の総計を示したものであり、図中の横軸は各年度の実験班を示している。最小値は2013年度第2班の218本、最大値は2014年度第2班、第5班の315本であった。1グループあたり約25本の差となったことから、グループメンバーの作業分担や手順、協力体制などによって、測定本数に大きな差が出る事が理解される。

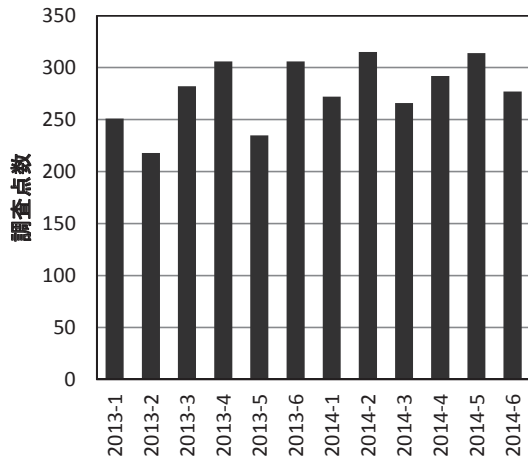


図3 2012, 2013年各グループの樹木測定本数

#### (4) 樹高の平面分布

(3)の全体データから、キャンパス内の樹高の等高線図を作成したものが図4である。キャンパス外周を樹高ゼロとして追加した上で、同時期の測定で最小、最大の本数となった2012-2, 2013-2の2回の結果を示している。

全体としては約100本の測定本数の差があるが、高木から低木まで集中的に測定した場所、まばらとなった場所など、測定地点にばらつきがみられる。また、後掲の図6にキャンパス内の建物配置を示しているが、建物を取り囲むように植えられた低木の測定有無によって等高線のパターンが異なる。キャンパス内に設置されている緑地には高木が数本あるが、その測定をしていない2014年度は、キャンパス内の樹木分布特性を十分に表現できていない。こうした樹高分布の年度あるいは班での比較結果について、報告書提出後の講評時に説明することで、個人、グループ、班へと統合し全体データを短時間で作成して分布を把握できる意義や測定ミスの影響についての理解が進むものと期待される。

#### 4-2.6 S実験

##### (1) 測定誤差

4S実験では、講義実験の性格上、限られた時間での計測となり、種々の計測における樹高の真値、データの誤差などについては、必ずしも十分な考察はできていない。そこで、2012年度の6S実験では、同年度の4S実験の結果

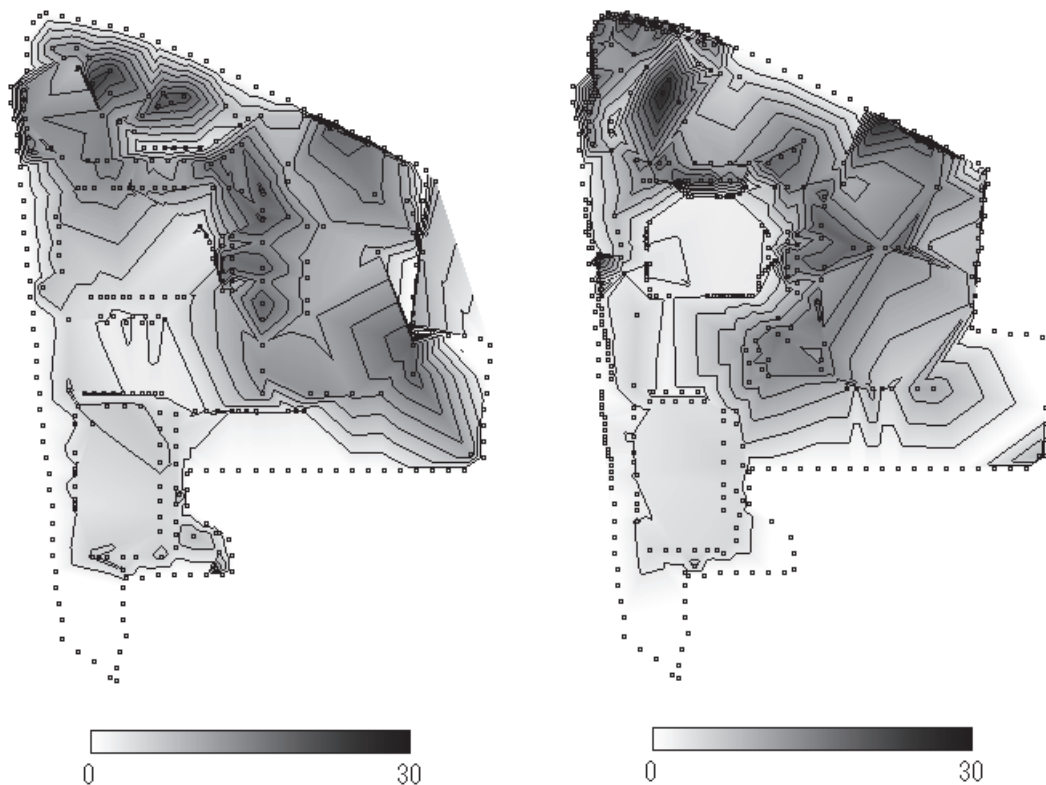


図4 樹高の平面分布 (左: 2013-2, 右: 2014-2, 単位m)

に対して、レーザー距離計による測定の実差や真値を検討することとした。6S実験では、研究室14名それぞれ4S実験と同様の計測を行った。

表2は、13本のケヤキに対し、4S実験全体および6S実験でのそれぞれの平均値と標準偏差を示したものである。いずれの樹木においても、6s実験と比べ4s実験の樹高平均値は小さく、標準偏差は1.5～8倍程度と大きくばらついている。6s実験を実施した12月5日は、落葉にともない樹木上端の測定がしやすい条件だったことに加え（写真3）、4S実験を経験済みの測定者に樹高の真値を求めるために注力するように指示していたことも影響しているものと考えられる。

また、写真3からわかるように、人工池周りのケヤキ上端には剪定が施されている。そこで、前述の樹木上端の樹高に加えて、主幹または側幹の剪定部を上端とした高さも測定した。図5は、それぞれ実線、破線で示した6S実験による樹高、剪定部高さとして4s実験における測定樹高をあわせて示したものである。4S実験における測定樹高は、上限値は概ね正しい樹高を測定しているのに対し、下限値は剪定部高さよりも小さな値となっている。落葉前には樹冠上端を確認できるような十分な距離をとらずに測定してしまったこと、落葉後には細い枝先を測定対象とすることから誤差が大きくなったことなどが、こうしたばらつきの原因と考えられる。

表2 4S, 6S 実験の測定樹高値の比較 (単位:m)

| No. | 2012. 4S実験 |      | 2012. 6S実験 |      |
|-----|------------|------|------------|------|
|     | 平均         | 標準偏差 | 平均         | 標準偏差 |
| 1   | 11.3       | 1.1  | 13.2       | 0.4  |
| 2   | 11.5       | 1.2  | 13.1       | 0.4  |
| 3   | 13.7       | 1.7  | 15.3       | 0.4  |
| 4   | 13.3       | 1.3  | 15.3       | 0.3  |
| 5   | 14.1       | 1.9  | 15.7       | 0.7  |
| 6   | 11.8       | 1.5  | 12.9       | 0.2  |
| 7   | 12.6       | 1.2  | 13.3       | 0.3  |
| 8   | 11.6       | 1.4  | 13.1       | 0.2  |
| 9   | 10.2       | 1.2  | 10.6       | 0.6  |
| 10  | 11.6       | 1.4  | 13.6       | 0.4  |
| 11  | 12.0       | 1.5  | 13.7       | 0.2  |
| 12  | 12.3       | 1.3  | 13.6       | 0.9  |
| 13  | 11.5       | 1.2  | 12.4       | 0.2  |



写真3 人工池周りケヤキの上端部

## (2) データベース化

2014年度6S実験において確認した樹木は64種、504本で、図6に示すようにキャンパス内の施設配置とあわせてGISでの地図化とデータベース化を行った。今後の管理や伐採、植え替えなどに伴う更新を行うことで、造園学を学んでいない学生たちも人工的に造成された緑地空間の管理などについての実践的な学習が可能となる。

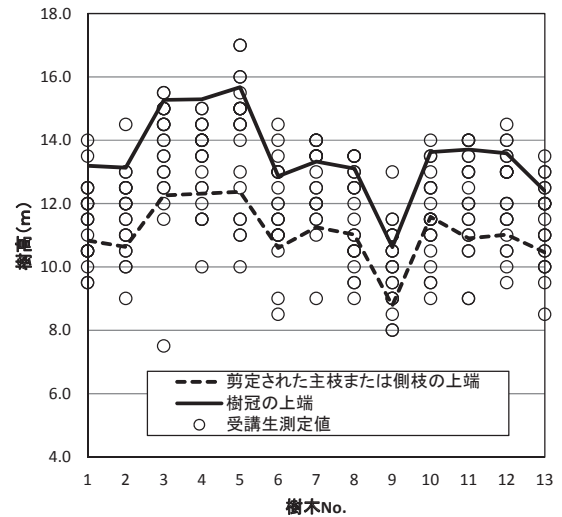


図5 人工池周りのケヤキ樹高の比較

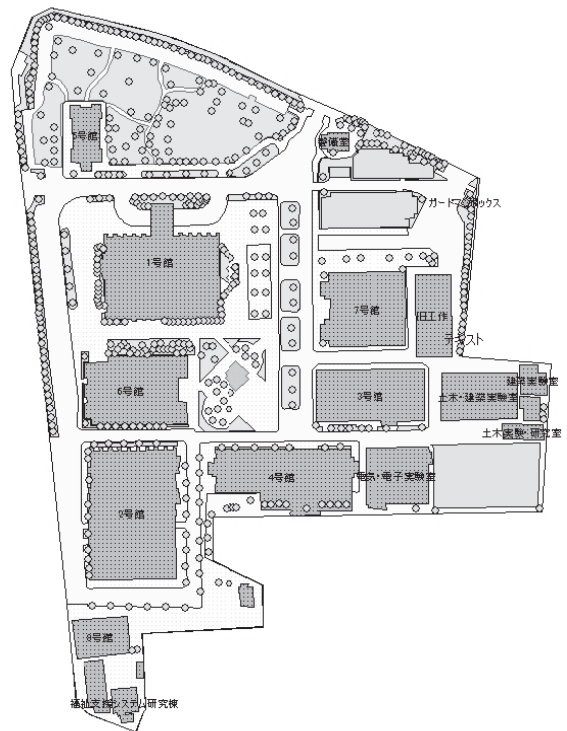


図6 6S実験によるデータベース上の樹木位置

### (3) 翌年度以降の4S実験へのフィードバック

表3は、キャンパス内の優占度の高い樹木5種を示したものである。建物周りのツバキに続き、人工池周りと同一のケヤキが学内では多く見られる。ケヤキの樹径・樹高関係については、例えば、ケヤキ人工林の林分構造、成長量を検討した片倉・奥村(1989)の報告<sup>3)</sup>、伐採地への植栽後の成長を検討した西村(2011)の研究<sup>4)</sup>との比較から、図7に示すように、人工池周りのケヤキの特性を表すことができる。すなわち、剪定の影響により明らかに樹径に対する樹高は小さくなっている。キャンパス内の残りの55本のケヤキについて樹高・樹径関係を調べることにより、それらの管理状況を把握するような実験プログラムも可能である。

表3 キャンパス内の優占樹木

| 樹木名    | 本数 | 樹形    |
|--------|----|-------|
| ツバキ    | 81 | 常緑高木  |
| ケヤキ    | 68 | 落葉高木  |
| キンモクセイ | 51 | 常緑小高木 |
| イチヨウ   | 28 | 落葉高木  |
| モチノキ   | 26 | 常緑高木  |

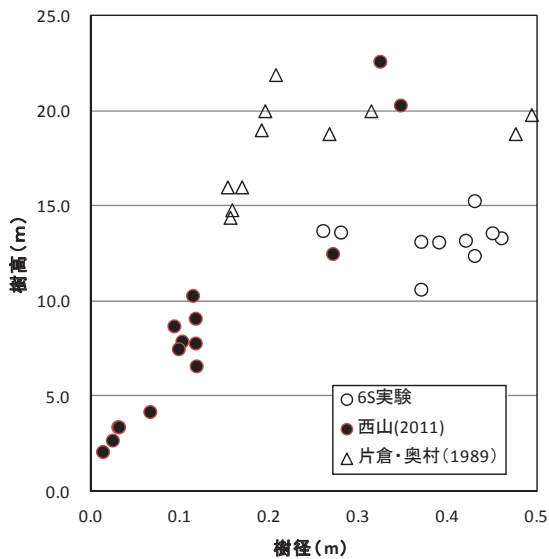


図7 ケヤキの樹径・樹高関係



写真4 祠を取り囲む樹木群 (福島県会津)

### 5. 卒業研究への展開例

寺社林は、古来より植生が保たれ地域のランドマークかつ信仰の対象とされてきた。外部からはこんもりとした樹木群として(写真4)、内部では静寂かつひんやりとした空間として感じられることが多い。しかしながら、周辺の変貌あるいは開発によって、地域での寺社林の物理的な見え方も大きく変わってきているものと考えられることから、2014年度の卒業研究として、寺社内部および外部からの寺社林の見え方について分析した。

#### (1) 研究方法

千葉県神社庁<sup>5)</sup>と千葉県<sup>6)</sup>のHPより、千葉県の神社および寺院の分布を把握し調査地点を選定した。比較的小規模で都市域、農村域に鎮座する菊田神社(習志野市)と若宮八幡神社(市原市)を対象とした。内部構造について



写真5 外部認識率の計測図化例(若宮八幡神社)

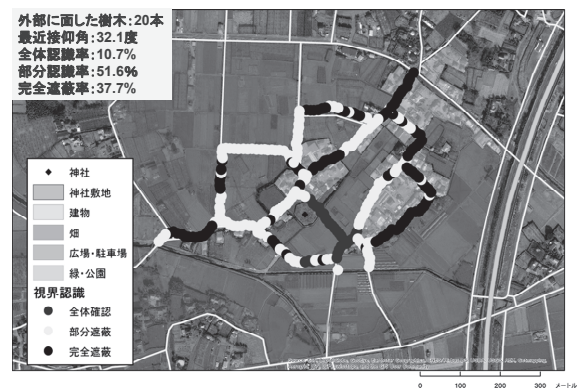


図8 寺社林認識率の測定例(若宮八幡神社)

表4 内部および外部構造の諸元

| 調査項目 |        | 菊田神社               | 若宮八幡神社             |
|------|--------|--------------------|--------------------|
| 内部   | 寺社面積   | 3756m <sup>2</sup> | 1641m <sup>2</sup> |
|      | 樹種・本数  | 18種・93本            | 13種・105本           |
|      | 外部認識率  | 43.4%              | 26.5%              |
| 外部   | 最外部樹木数 | 31本                | 20本                |
|      | 最近接仰角  | 57.3°              | 32.1°              |
|      | 完全認識率  | 5.9%               | 10.7%              |
|      | 部分認識率  | 66.5%              | 51.6%              |
|      | 完全遮蔽率  | 27.6%              | 37.7%              |

は、学生実験の学習成果を活かし、寺社面積、樹種、樹木成長度、樹木分布とともに、寺社内から外部へ視線を向けた際の外部認識率を計測した。また、外部構造については、GISを用いて寺社林周辺の地形や土地利用を把握するとともに、周辺最近接道路からの寺社林の仰角および近接道路からの寺社林認識率を計測した(写真5)。外部認識率については、境内の中心点に設置したカメラでの撮影写真を画像処理し、また寺社林認識率については、周辺道路から神社を撮影し寺社林の確認できる程度から、完全認識、部分認識、完全遮蔽に分類した(図8)。

## (2) 研究結果

それぞれの地域特性、歴史的経緯を反映し、菊田神社では防火、都市域排気ガスの浄化機能を持つスダジイ、マテバシイが多く、若宮八幡神社ではヒノキ、サカキなど、風を防ぎ害虫被害を防ぐ役割を持つ樹種が多く見られた。また、樹木の成長度や境内での配置状況の相違も顕著であった。

内部構造および外部構造の主な計測結果を表4に示す。菊田神社の場合、外部認識率は43.4%であり、境内から外を所々認識することができる一方、ビル群の中で寺社林を完全に認識できる割合は小さい。また、若宮八幡神社の外部認識率は26.5%であり、菊田神社とくらべ外部との隔絶性は大きい。周辺の土地利用との関係で完全遮蔽率が大きいものの、菊田神社とくらべ完全認識率は大きく、周辺に畑田が広がる中で視認が可能な小規模ながらこんもりとした寺社林となっている。

## 5. おわりに

五明ら(2014)の実験プログラムとあわせ、本報告により、フィールド調査力の観察、計測、データ化に関する4S～6S実験の検証ができたものと考えている。こうしたプログラムの整備とともに、フィールドでの気づきの共有が重要であり、今後はフィールドコミュニケーションの検討なども進めていきたい。

謝辞：本研究の実施および分析データについては、2012～2014年の実験受講学生の報告ならびに実験の補助に積極的に取り組んでくれた研究室学生によるところが大きい。ここに記して謝意を表す。

### 本研究に関する主な発表論文

- 1) 藤田聡・五明美智男：樹木の特性による寺社林の内部構造、第42回土木学会関東支部技術研究発表会、Ⅶ-36(2015.3)
- 2) 五明美智男：人の視点、関わり、意識に着目した寺社林の内部構造・外部構造の分析、日本景観生態学会、第25回全国大会、OA-6(2015.6)

### 参考文献

- 1) 五明美智男：社会圏環境分野における教育・研究の統合化の試み、千葉工業大学FDフォーラムポスターセッション、2013.11
- 2) 五明美智男・村上和仁・池田真啓・森祐貴・箕輪康太・吉田隼人：ビオトープの構造要素を用いた身近な環境の評価、千葉工業大学研究報告(理工編)、No.61、pp.59-66、2014
- 3) 片倉正行・奥村俊介：ケヤキ人工林の成長、長野県林総研究報告、第5号、pp.14-22、1989
- 4) 西山嘉寛：広葉樹林管理技術に関する研究－伐採地に植栽された広葉樹の成長、岡山県農林水産総合センター森林研究所研報、No.27、pp.83-90、2011
- 5) 千葉県神社庁HP、<http://www.jinjacho.or.jp/>
- 6) 千葉県HP、<http://www.pref.chiba.lg.jp/>