

# 郊外地形改変開発型大学キャンパスの地域生態系を活用した防災・環境教育研究連携 和歌山大学栄谷キャンパスの事例

MAXIMIZING ORDINARY LOCATION ENVIRONMENT AND ECOSYSTEM OF  
SUBURBAN UNIVERSITY WITH CUT-FILL LAND DEVELOPMENT IN JAPAN  
FOR DISASTER PREVENTION RESEARCH AND EDUCATION: A CASE IN  
WAKAYAMA UNIVERSITY

原 祐二<sup>1</sup>・田内裕人<sup>2</sup>  
Yuji HARA and Hiroto TANOUCI

<sup>1</sup>システム工学部准教授, <sup>2</sup>システム工学部助教

1980年代バブル経済による中心市街地の地価高騰に対応して, 多くの大学キャンパスが郊外丘陵・山地に移転した. 新キャンパスは切り盛り地形改変を伴う土地造成により建設された. 誘発された周辺宅地開発とあわせ, 従前の地域生態系を劣化させた. その後の景気低迷により開発圧が低下する中, 郊外キャンパスは里山管理の担い手供給源としての価値も認められる. 本報告では, 和歌山市郊外の和泉山脈山麓に立地する和歌山大学栄谷キャンパスにおいて, 和歌山大学システム工学部学生を主な対象に, キャンパスの立地環境を活用した防災・生態系実習の取り組み内容と経緯を紹介する. GISを活用した新旧地形図比較による土地造成の定量化, UAV(ドローン)を用いた地形変化量の計測, 植生調査による環境負荷の計量を通じ, 地域生態系を防災・環境の観点から評価するものである. これらの実習成果を時系列で蓄積していくことで, 地域生態系モニタリング研究の一助ともなることが期待される.

**キーワード:** 郊外型大学キャンパス, 地形改変, 里山生態系, 防災, 環境教育, 防災

## 1. はじめに

1980年代のバブル経済期には市街地中心の地価が高騰し, 多くの大学キャンパスが郊外の丘陵地や山地に移転した. 新キャンパスは切り盛り造成により開発され, 周辺の宅地開発も誘発した. 現場となった都市郊外丘陵・山麓は従来からの里山生態系であったが, 1960年代の燃料革命によりその生物資源供給源としての経済的価値を失い, 1980年代には管理放棄も進行しつつあった. その後の経済・人口停滞により土地開発圧は減退し, 造成キャンパス周辺には宅地と放棄された里山林が混在する地域生態系が現在まで存続している. 近年では大学キャンパスの都心回帰も進んでいるとされるものの, 特に地方都市圏においては依然として多くの大学キャンパスが郊外に立地している. 大学の地域貢献が叫ばれる中, 今一度郊外型キャンパス自体が立地する土地環境を理解し, 地域生態系を活用した教育研究を行う意義は高まっている.

郊外立地型のキャンパスは, 従来の地形環境や土地造成方法の環境・防災評価, 周辺里山での生態系調査実習が至近で行える利点を持つが, キャンパス足下の地域資源を活用した教育研究は少ない<sup>2)</sup>のが実情である. とりわけ地方都市圏に立地する大学は, 所属する県内各所で地域連携を進めているが, キャンパス至近の環境は活用されていない状況がある. 事業所としての大学施設自体の環境報告書は公表されていることが多いが, キャンパス周辺の土地環境は顧みられない. 大学の実習・研究をキャンパス内外で構造的・有機的に実施し, 内容を深化させていくことは, 地域環境のモニタリングや, 成熟社会における里山資源の再活用のための人材育成・供給の面からも有意義であるといえよう.

本報告では, 和歌山市郊外の和泉山脈山麓に立地する和歌山大学栄谷キャンパスにおいて, 和歌山大学システム工学部学生を主な対象に, キャンパスの立地環境を活用した防災・生態系実習の取り組み内容と経緯を紹介する.

## 2. 和歌山大学栄谷キャンパスの立地環境

本報告でとりあげる和歌山大学栄谷キャンパス（図-1）は1985年に利用開始された。和歌山市北端の和泉山脈南麓を切り盛り造成した、地方都市における典型的な郊外立地型大学キャンパスといえる。大学周辺では現在に至るまで大規模な土地造成宅地開発が進んでおり、地形改変や植生、防災など多くの地域環境研究教育の題材を直に提供し続けている。



図-1 栄谷キャンパスおよび周辺宅地造成

## 3. 地形改変評価実習の内容と経緯

まず、本報告で紹介する実習のトピックは以下の5点にまとめられる。この5トピックを複数の実習に有機的・相補的に組み入れているのが現状である。

- 1) 新旧大縮尺地形図（1969年1:5000国土基本図および最近の1:2500和歌山市都市計画基本図）のマニュアル・デジタル判読による自然地形分類と新旧標高差分による造成土量の計算し、自然河川の土砂侵食量と時間軸で比較検討する。現地踏査もを行い、造成地で基盤岩砕サンプルの取得および室内での簡易的な比重測定も実施する。土量と比重を積算し、さらにそれと単位土砂重量当たりの必要移動エネルギー原単位量とを積算して、土地造成に必要とされたエネルギー量をCO<sub>2</sub>基準で求める。
- 2) UAV(ドローン)により最新の造成・自然地表面を空撮し、PhotoScanを用いたSfMによりDSMを作製し、デジタル化した造成前の既存の大縮尺地形図とオーバーレイ解析し、地盤の安定性を考察する。
- 3) 施設課倉庫から発見されたキャンパス開発時の地上撮影写真を最大限活用し、地形図・空中写真判読により旧写真撮影位置を特定、同じ画角で現在の写真を撮影してウェブGISに格納し、新旧地形・景観変化を考察、データベースとして蓄積する。

- 4) 残存している自然林分にて毎木調査を行い、単位面積当たりのバイオマス量を求める。大学周辺の空中写真判読により、開発面積や残存林分面積と積算し、森林が固定していた・開発により放出されたCO<sub>2</sub>量を計算する。そして土地造成により排出されたCO<sub>2</sub>と、森林伐採により放出されたCO<sub>2</sub>を比較検討する。
- 5) 開発が進行している大学至近の土地造成型住宅地で太陽光パネルや植栽を進めることで、開発による環境負荷をどの程度オフセットできるか検討する。

これらのテーマは相補的に進められているが、実習開始当初から完全に練られていたわけではない。むしろ最近の大学における人材流動化に合わせ、異なる専門性を持つが実習・研究空間を共有できる若手教員の増員により徐々に成熟してきたといえる。その具体的なプロセスを、著者の経験に基づいて記しておきたい。

まず筆頭著者の原が2009年に和歌山大学システム工学部に着任した。景観生態学が専門で、GISを援用した地形改変や生態系評価に従前より関心を持っていた。そして着任早々に栄谷キャンパスおよび周辺環境（図-1）に注目した。キャンパス自体が明白な和泉山脈山麓地形における切り盛り造成で建設されていることに加え、周辺には未だに高度経済成長時代の残渣と見紛う<sup>3)</sup>大規模な宅地（ふじと台）造成が進行していた。加えて、和泉山脈は関西国際空港への土出しのための地形改変地が数多く分布しており<sup>4)</sup>、地形改変と生態系の関係を考察する適地だと実感した。着任前の主な研究拠点の一つが東京西部郊外多摩丘陵地帯であり、関東ローム軟岩の容易な掘削造成が心象風景であったためか、和泉山脈の固い砂泥岩を大規模重機で破碎造成するその様に驚きを感じた。さらには、キャンパス内外の斜面には常緑樹林に遷移しつつあるかつての里山林が（東京に比べれば）豊富に残されており、まさに足下で地形や生態系の実習が行える幸運に感謝した。東京都心部の大学では、実習のため片道二時間程度かけて高尾山や多摩丘陵に行っていたことを考えると、非常に恵まれている環境といえよう。

2009年段階で、すでに水土・生態環境に関する実習は行われていたが、個別テーマのオムニバスで、キャンパス内外の地域資源を活用し、有機的・相補的なカリキュラムを構築するという発想はなかった。特に地理情報の活用は全くなされておらず、まずは基礎資料となる大縮尺地形図と空中写真などの収集整理から開始した。当時はまだ主題図のウェブ上でのデジタル整備がそこまで進んでおらず、紙媒体の地図収集、大判スキャンによる画像化、四隅の既存位置座標による幾何補正により、少しずつデータベースとして拡充していった。和歌山市役所から既撮影の市内オルソ幾何補正済空中写真も取得したが、当時の市の情報公開規定で、データはフロッピーディスクでしか提供できないといわれ、必死で準備した懐かしい記憶もある。これらの準備の中で、現在に至る

まであらゆる実習テーマの必須基幹情報として活用している情報が、1969年の1:5000国土基本図である。地形改変や生態系現地調査では、詳細な等高線と建物一棟単位で外周線が描写されている大縮尺地形図が必須であり、特に新旧比較考察を行う上で古い大縮尺地形図は重要な価値を持つ<sup>9)</sup>。大都市圏においては大縮尺地形図が古くから整備され、行政や公文書館などで入手できる場合もあるが、残念ながら和歌山市の場合、時間をかけて検索したものの発見には至らなかった。行政による体系的な旧版大縮尺地形図面のオープンソースアーカイブ化の重要性を実感した。その後も常に新たなアナログ・デジタル空間情報について注意を払い、日々データベースの拡充に努め、教育研究基盤の充実を図ってきた。あらゆる実習テーマに地理情報は不可欠であり、日常的な関心維持と整備が即応的に実習を可能とする。

ところで、里山環境を有する郊外型キャンパスにおける体系的・長期観測的植生調査研究は、少ないながら優良な事例はある<sup>9)</sup>。これに対し、本実習カリキュラムの特徴として、切り盛り開発が進行する現場を活用し、土地造成と植生調査を結びつけ、地域全体の環境負荷をLCA的に捉えるところまで目指している点にある。前述のように、景観生態学や水文学、地盤工学、土木システム学といった分野は異なるものの同じ地区・空間情報を共有して地域全体の環境評価に能動的に関与できる若手教員の増強により、郊外型大学キャンパスという足下の土地環境を最大限活用し、いわゆる学融合的な実習として構造化していくことが可能となった。これは、逆に全体として地方大学の教員数が削減する中で、いかにして効率的・相補的に実習を展開するか、お互い議論してきた結果でもあることを強調したい。

#### 4. 成果イメージと教育効果

ここからはいくつか象徴的な実習成果図を示しながら、具体的な作業内容を紹介したい。まず図-2は新旧地上写真を活用した地形環境判読・ウェブ地図共有編集成果の一例である。学生各位のスマートフォンを活用し、グーグルマップをプラットフォームにして、受講者の共同編集により各位が新旧地上撮影写真を格納する内容である。このテーマ成立には、施設課職員の方がキャンパス造成時の地上写真を探し出して下さったことが大きい。この旧写真はキャンパス造成工事前の1977年に予定地の現況調査結果として本省に提出されたものの副本であり、いくつかの空中写真や地形図（いくつかの地上写真撮影位置も示されていた）も同封された貴重な研究教育素材である。おそらく国立大学ではこうしたキャンパス造成事前現況調査写真の提出が義務づけられており、原則存在していたものと思われるが、本学でも廃棄物同然の状態でも偶然見つかったものであり、他大学でもその多くが散



[地図の凡例を表示](#)

#### 新旧地上写真比較

・以前は道が1本で続いていて交差点ではなく右折のみが可能であったが、現在では信号付の交差点となっていて右折のみならず左折も可能となっている。過去の画像は前方右側の木の葉が枯れているので季節は冬と推測され緑が少ないイメージである。現在はクスの木等が生い茂っていて緑が断然に増えている。



図-2 新旧地上撮影写真判読実習例

逸・紛失しているのではないかと危惧される。40年前の体系的な地上撮影写真は、地形環境や植生調査上も極めて貴重であり、郊外立地型キャンパスにて実習を行う強みを端的に示す資料である。

次に、図-3は1969年国土基本図と最近の1:2500都市計画基本図を比較判読し、標高を差分して開発土量を算定、その数値の意味を自然地形プロセスとの比較の中で考察させた事例である。単純な自然地形分類に止まらない、化石燃料を用いた人間の地形改変力を、第三の営力として評価している内容である。そして図-4が、現地踏査でサンプリング測定した基盤岩の比重と、既存の原単位文献情報とを活用して、土地造成をエネルギーの面で評価した例である。学生には、普段何気なく歩いている通学路沿いの石ころであっても環境評価の重要な素材となること、まさしく路傍の石にも魂があることを教えている。そして、地域全体のLCA評価を行う上で、いかに原単位が重要で、大きな誤差を生みやすいかも考察させている。

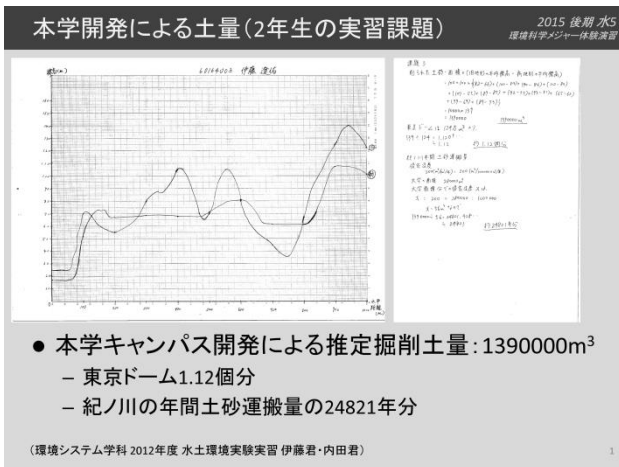


図-3 新旧地形図標高判読差分例

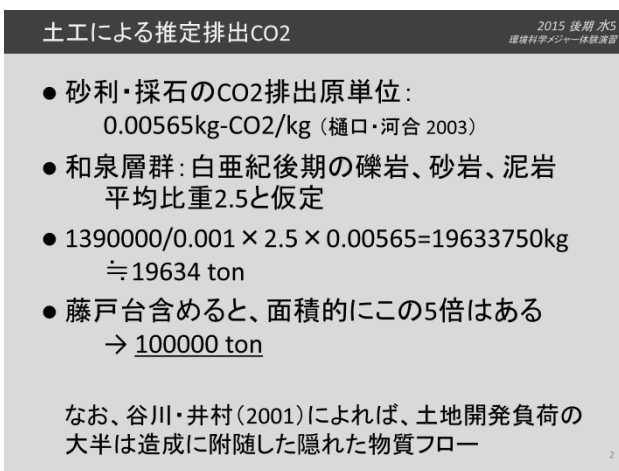


図-4 造成エネルギー推定例

さて、生態系サイドの実習内容であるが、キャンパス内の残存斜面林にて、基礎的な10m×10mの方形区毎木調査を実施している。これ自体は多くの大学でもなされている普遍的な実習であると思うが、本学では地域全体のバイオマス推定と、その値を前述の土地造成に必要なエネルギーと数値桁オーダーを比較させているところが特徴的である(図-5)。

図-6はドローン(DJI Mavic ProをDJI GS Proにより運用)による100枚程度の正射写真撮影画像を用いて、PhotoScanのSfMによりDSMモデルを生成した実習事例である。ドローン運用への規制が強まる中、地方都市圏郊外立地型キャンパスは、地域社会への理解と安全運用を前提にしつつ、合法的に教育研究で大いに活用できる現場だと強調したい。学生はフライトやSfMデモに対する新鮮な興味を持ち、かつDEMとDSMの違い、実は変化しやすい地表面の現況をモニタリングできる意義、そして地上測量や写真測量、地形図等高線との水平・鉛直誤差の大小やそこに表出する測量手段と誤差の問題を学ぶことができる。そして幾何補正した旧版大縮尺地形図から自作したDEMと、ドローン空撮による最新のDSM

を重ね合わせ、おおよその切り盛り状態の可視化(図-7)を通じ、防災の観点からも地盤の安定性を議論することができる。図-6に示された急崖はまさに中央構造線沿いの活断層であり、そうした上位空間スケールの地質と生活圏スケールにおける土地造成との関係を、防災の観点から深く考察することができる現場なのである。(そうした場所にキャンパスが立地しているというそもそもの安全評価の問題はあるにしても。)

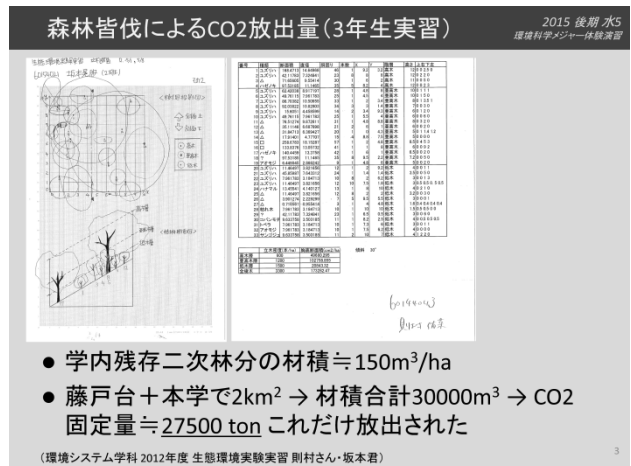
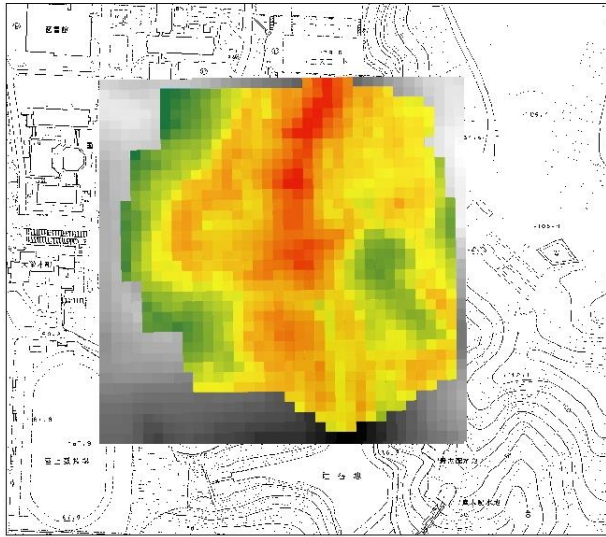


図-5 基礎的毎木調査を環境評価につなげた事例



図-6 ドローン撮影画像によるSfM

ここまでいくつかの成果イメージを基に具体的実習プロセスを紹介してきた。総じて学生には好評であり、特に目に見える事例から入り、そこから理論を学ぶという足下のキャンパス周辺環境を活用した実習の意義、そして常時さらなる内容深化と構造化を希求する教員の意識の重要性を日々再確認させられている。



## 凡例

rasta3

値

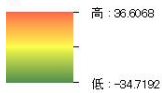


図-7 切り盛り造成の可視化による地盤安全性評価例

## 5. 教育研究の相乗的連携に向けて

本報告で紹介してきた実習内容を継続することで、地域環境のモニタリング、それを活用した将来的なさらなる研究展開の意義は高まり続けると実感している。40年前のキャンパス造成時の地上撮影写真が実習の中核素材として機能したかのごとく、現在の学生による情報蓄積は将来世代へのプレゼントといえる。また、より戦略的な実習による標高データの広域整備が成し遂げられれば、これまでデータの制約性の観点から困難を伴うとされていた地形変化の時系列モニタリング（杉本ほか 2015）への可能性も開けると考えられる（むろん実習によるデータ整備には誤差がつきものであることは忘れてはならないが）。

また、本報告では詳述できなかったが、学内外里山環境をさらに活用し、バイオマス利活用に対する演習課題も検討中である。間伐体験については、過去にも実施経験があるが、より林分管理計画的に取り組む必要があると感じている。また、学内の草刈り・落葉落枝清掃を委

託している造園業者との連携も検討していきたい。施設課および委託造園業者への聞き取りによれば、バイオマス除去は現在年2回程度、オープンキャンパスとホームカミングデイ前に、斜面林などを除く学内の主要な建坪地周辺を重点的に実施している。コストは年間200万円程度という。夏場はパッカー車で10台程度のバイオマスが収集され、学内の残存林分斜面に投棄、有機性資源の循環利用が結果的に図られている。造園業者としては堆肥化およびその販売に関心はあるが、一般ゴミの混入可能性など、クオリティの面から商業化までは難しいと感じているとのことである。ただし、学内に正式な堆肥置き場が存在し、時折小型重機による切り返しだけでもすれば、十分良質な堆肥が生成され、近場の農家からの需要もありうるとの見解を有していた。こうしたこともふまえると、実習との連携による林分管理とバイオマス利活用の発展性はあると思われる。

本報告で述べた現場経験が、同様の郊外型大学をはじめ、教育研究現場における参考事例となれば幸いである。実習の視察などは、事前に連絡いただければ対応していく準備がある。

## 参考文献

- 1) 斎尾直子, 真藤翔, 石原宏己: 首都圏における大学キャンパスの新設・撤退の動向と撤退後の跡地利用実態, 都市計画論文集, Vol.49, pp.933-938, 2014.
- 2) 西中康明, 岩崎江利子, 桜谷保之: 近畿大学奈良キャンパスにおける環境とチョウ類群集の多様性との関係, 環動昆, Vol. 16, pp.23-30, 2005.
- 3) 田村俊和, 山本博, 吉岡慎一: 大規模地形改変の全国的把握, 地理学評論, Vol.56, pp.223-242, 1983.
- 4) 橋本香代子, 一ノ瀬友博, 美濃伸之, 平田富士男: 大阪湾周辺地域における土砂採取跡地利用とその要因に関する研究, 都市計画報告集, Vol.1, pp.62-65, 2003.
- 5) 石黒聡士, 佐野滋樹, 長谷川智則, 鈴木康弘: 切盛境界把握のための旧地形の標高計測手法精度検証, 地学雑誌, Vol.124, pp.297-308, 2015.
- 6) 田端敬三, 小宅由似, 奥村博司, 若月利之, 阿部進: 都市近郊二次林におけるヤマザクラとウワミズザクラの成長に及ぼす環境要因, 日緑工誌, Vol.41, pp.448-458, 2016.
- 7) 篠原正男, 宮田隆夫, 市川浩一郎: 根来断層・和泉山脈南縁の中央構造線の副断層, 地質学雑誌, Vol.89, pp.395-402, 1983.

(2017. 12. 15受付)