

滋賀県在来野菜の生産・品質向上に向けた栽培技術の検討

1. プロジェクトメンバー

森 太郎 滋賀大学 教育学部 准教授
久保 加織 滋賀大学 教育学部 教授

2. 研究の目的と計画

遺伝資源の保存、地域の食文化の継承、流通コストの軽減などの観点から在来野菜が注目されている。色、形、味などに特徴を持つ在来野菜は、伝統野菜として付加価値をつけて消費が推進されることで、地産地消の推進や地域の活性化などに繋ると考えられる。滋賀県では「近江の伝統野菜」として19品種が登録されており、伝統野菜の消費拡大に力を入れている。しかしながら、認知度の低さや生産の難しさから栽培の継続や品種の継承が危惧されている。著者らは、認知度の低さへの対策として、「近江の伝統野菜」について、品質の科学的評価を行い、魅力を明らかにしてきた。一方で、生産者への聞き取り調査から、生産拡大（生産量および生産期間）および生産物の品質向上のための栽培技術の確立が求められていることが明らかとなった。そこで本研究では、「近江の伝統野菜」の中から、「杉谷とうがらし」と「伊吹大根」に着目して、品種の維持・普及を目的に新規栽培技術の検討を行った。

3. 今年度の状況報告

1) ‘杉谷とうがらし’に適した栽培条件の検討

「近江の伝統野菜」に認定されている品種の中に滋賀県甲賀市杉谷地区で栽培されている‘杉谷とうがらし’がある。‘杉谷とうがらし’は先が曲がっている形の甘トウガラシ品種であり、皮が非常に薄く、辛味がないのが特徴である。これまでの研究より、‘杉谷とうがらし’はピーマンの苦みに寄与する香気成分である2-isobutyl-3-methoxypyrazineが少なく、ピーマンを好まない人にも受け入れやすいこと（田尾ら, 2018）、類似品種に比べて糖含量が高く、機能性が高いこと（山田ら, 2018）が明らかにされており、非常に魅力的な伝統野菜である。今後‘杉谷とうがらし’を維持・普及していくためには、生産性や果実品質を向上させることも重要であると考え。そこで本研究では、様々な栽培条件（施肥量、株間および土壌水分量）における収量および果実品質を調査した。

材料および方法

2019年4月～11月に滋賀大学大津キャンパス内の圃場およびビニルハウス内において‘杉谷とうがらし’を栽培した。施肥量および株間の影響を調査するために、圃場に化成肥料（N:P:K = 8:8:8）を滋賀県の甘とうがらし類における慣行的窒素使用量に合わせて施肥した「N区（30kg/10a）」と「1/2 N区」を設け、それぞれの処理区において、異なる株間（50cm区、75cm区、90cm区）で栽培した。また、土壌水分の影響を調査するために、ビニルハウスにおいて培養土を詰めた30Lのポットに苗を定植した。定植後14日目から1～3日におきに植物の吸水量を測定し、その給水量を基準として90%、70%、50%量を灌水する区を設けた。また、90%灌水区においては、サンプルを収穫する10日前から基準の70%、50%量の灌水に変更する区を設けた。栽培期間を通して生育調査（草高、SPAD値）および収量調査を行った。また、8～9月にサンプルを収穫し、果皮の厚み、糖度およびアスコルビン酸含量を測定した。

結果および考察

施肥量と株間の影響：草高は、N区において株間90cmで低く、50cmで高かった。SPAD値は、全ての処理区で同様の推移を示した。1個体あたりの収量は、1/2N区で株間が広くなるに伴い高くなり、N区では株間75cmが最も高かった。単収は、1/2N区では株間による影響を受けず、N区では株間が狭くなるほど高くなり、全ての処理区の中でN区の株間50cmが最も高かった。果皮の厚みおよび糖度は、施肥量および株間の影響を受けなかった。アスコルビン酸は、8月の果実は施肥量および株間の影響を受けず、9月の果実では1/2N、株間75cm区で高かったものの、それ以外の処理区では有意差が認められなかった。これらより、施肥量と株間は、果実品質にあまり影響せず、収量に大きな影響を及ぼすことが明らかとなった。‘杉谷とうがらし’の生産現場では、栽培面積が限られていることが収量増加の制約要因となっており、本研究の結果から、慣行的施肥量で、現状の90cmより大きく株間を狭めた栽培が適すると考えられた。

土壌水分の影響：草高と総収量は、水分ストレスの強さに伴い減少した。ストレスの付与直後では、SPAD値が高くなったが、次第にその影響は見られなくなった。アスコル

ピン酸は、長期ストレスにより低下したが、短期ストレスの影響は受けなかった。糖度および果皮の厚みは、ストレスの影響を受けなかった。これらより、長期的なストレスがかからないような水管理を行う必要があることが示唆された。

2) 被覆資材を用いた‘伊吹大根’の春播き栽培技術の確立

滋賀県米原市の伊吹山の麓で栽培され、強い辛味と甘味が特徴とされている‘伊吹大根’は、滋賀県が認定している「近江の伝統野菜」の一つである(図1)。著者らは、これまで‘伊吹大根’と類似品種を同一条件下で栽培し、辛味成分である4-メチルチオ-3-ブテニルイソチオシアネート(4MTB-ITC)および糖含量を分析・比較することにより、‘伊吹大根’の魅力を明らかにしてきた(未発表)。「伊吹大根’は晩夏～秋に播種し、秋～冬に収穫する冬どり栽培が一般的であるが、維持・普及を行うために、生産物の品質を維持したまま、作期を拡大することが求められている。そこで本研究では、生産地において被覆資材を用いた‘伊吹大根’の春播き栽培による作期拡大の可能性について、抽だい率・生産量・品質に着目して検討した。



図1. 生産者圃場で栽培した‘伊吹大根’

材料および方法

2019年4月中旬および下旬に、滋賀県米原市の生産者圃場において‘伊吹大根’と青首大根を播種した。被覆資材を用いない露地栽培、厚さ0.01mmおよび0.05mmのポリオレフィン系特殊フィルム(PO)を用いたトンネル栽培、不織布を用いたべたがけ栽培を行い、抽だいの有無を経時的に調査した(図2)。さらに6月中旬と7月上旬に、‘伊吹大根’・青首大根を収穫し、根重、辛味成分である4MTB-ITC含量および糖度を測定した。

結果および考察

4月中旬に播種した‘伊吹大根’において、露地栽培で



図2. 生産者圃場での‘伊吹大根’栽培の様子

A: 露地栽培、B: POを用いたトンネル栽培、C: 不織布を用いたべたがけ栽培を示す

は播種後44日目から抽だいが見られ、54日目には全ての株が抽だいした。被覆資材を用いた区では、54日目から抽だいが見られ、66日目の収穫時には、37～46%の抽だい率であった。露地栽培の‘伊吹大根’は皮が固く、根重が100g以下の生産物が90%であったが、被覆資材を用いて栽培した‘伊吹大根’は根重100g以上のものが66～78%であった。被覆資材を用いた区では、抽だいが露地栽培より遅く、それまでに根部の肥大が進んでいたため商品価値のある生産物が収穫できたと考えられる。また、収穫した‘伊吹大根’の4MTB-ITCおよび糖度は前年度の冬どり栽培の‘伊吹大根’と同等であった。4月下旬に播種した‘伊吹大根’についても同様に抽だいの遅延・抑制が見られ、収量、品質も同等であった。以上より、被覆資材を用いることで‘伊吹大根’の作期の拡大が出来ることが示された。また、作業効率の面から用いる資材を考えるとPOによるトンネル栽培より、不織布を用いたべたがけ栽培が望ましいと考えられた。

引用文献

- 田尾航大・山田繁樹・久保加織・森 太郎. 2018. 滋賀県在来甘トウガラシ品種‘杉谷とうがらし’の香气成分. 園学研. 17 (別2): 463.
- 山田繁樹・南山泰宏・中原浩貴・松添直隆・久保加織・森 太郎. 滋賀県在来甘トウガラシ品種‘杉谷とうがらし’の呈味性および機能性. 園学研. 17 (別2): 222.

高齢者の居住環境における歩行能力の測定データの解析と視覚化

1. プロジェクトメンバー氏名と所属

谷口 伸一 データサイエンス教育研究センター
川井 明 データサイエンス学部
和泉 志津恵 データサイエンス学部

2. 研究の目的と計画

世界に先んじて高齢化が進む日本では、健康寿命の延伸に向けた対策や研究に期待が集まる。2012年に公刊された**健康日本21（第2次）**^[1]では、高齢者の健康づくりの目標として、「健康寿命の更なる延伸、生活の質の向上、健康格差の縮小、さらには社会参加や社会貢献など」を挙げている。そして、基本的な考え方において、運動器障害のために自立度が低下し、要介護リスクが高くなる**ロコモティブシンドローム**（運動器症候群）の認知と予防を掲げている。とりわけ、歩行機能の維持向上を訴求している。なぜならば、「高齢者における歩行速度は、65歳以降、緩やかに直線的な低下を示し、ある閾値に達する頃（女性75歳以降、男性80歳以降）には日常生活に不自由が生じ始める」からである。

筆者らは、歩行機能の低下が日常生活に不自由をもたらすだけでなく、外出頻度が減少して孤立・孤独にともなう精神疾患や転倒事故による要介護へ移行するリスクも重要視している。

そこで、ロコモティブシンドロームの認知と予防を図るための方策として、高齢者が運動器を含む自立状態を客観的に認識できる計測システムを居住環境に提供する必要があると考える。

本研究では、モーションセンサーを用いて歩行動作のデータを計測・分析して、歩行機能を評価するシステムを構築する。また、高齢者の将来的な歩行障害リスクの推定を可能にして、ロコモティブシンドロームの予防につながる矯正運動を提示できるようにする。

3. 今年度の状況報告

3.1. 歩行動作計測方式の検討

歩行機能は力学的あるいは歩行速度として計測されることが多い。たとえば10m歩行テスト法や身体バランス測定法がある。これらについて検討する。

A) 10m歩行テスト法

高齢者の転倒リスクを評価する方式として多数の先行

研究がある。しかし、歩行速度のみで運動器の状態を評価するのは不十分である。なぜならば、60歳あたりを過ぎると、歩幅の減少、歩調（ピッチ）の減少、歩隔（両脚の間隔）の増大、上体の前傾（後傾）と揺れ、腕振り幅の減少などが顕著となり、それらが相互に関連して歩行動作が変化するからである。たとえば、腕振り幅の減少は歩幅や歩調の減少、上体の揺れを引き起こす。

よって、本研究の目的には、歩行速度に加え、各運動器の動きを測定する（たとえば、モーションセンサーを用いる）ことが重要だと判断する。

B) 身体バランス測定法

重心動揺計を用いて足圧の中心軌跡の動揺面積や軌跡長などを測定する。装置が医療検査機器であるため専門的な操作が要求され、また高額機器であることから本研究の目的にはそぐわないと判断する。

3.2. モーションセンサーの選定

居住環境での測定を可能にするために、モーションセンサーにはポータブルであること、操作が容易であること、そして低コストであることが要求される。

そこで、Microsoft製Kinect V2を活用する。本センサーはRGBカメラと深度センサーおよびマイクロフォンで構成され、近赤外線を放射して被験者が反射する信号を処理して身体25ヵ所の3次元座標データを計測する。特殊な衣服やマーカを装着する必要がない。また、価格も2万円程度である。

3.3. 歩行動作計測システムの概要

装置はポータブルパソコンとKinect v2で構成される。プログラムはScratch1.4とScratch2Kinect SDK1.5で開発した。

計測部位は、両足（foot left/right）、両足首（ankle left/right）、両ひざ（knee left/right）、両手（hand left/right）、腰（spine base）、背中（spine mid）、首（spine neck）、肩（spine shoulder）とした。

計測データから、歩行速度、歩幅、ひざの上下動域、腕の振り幅、体幹のゆれ幅などの解析を試みた。

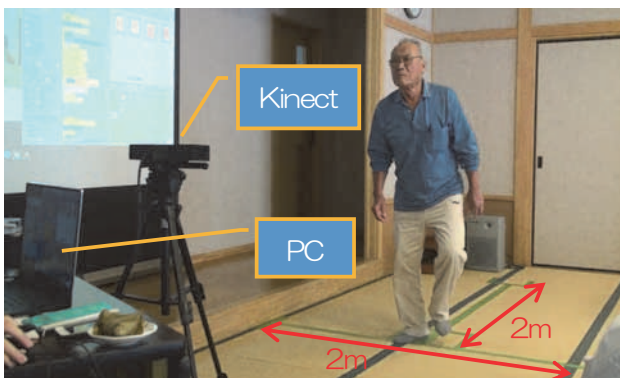


図1 装置と計測方法

3.4. 計測の実施状況

滋賀県米原市河内区の70代と80代の16名(男性3名、女性13名)の協力を得て実施した。図1のように4畳ほどの空間を前後・左右の2m区間を歩行する動作とその場で足踏みする動作の4パターンを計測した。サンプリング周期は0.2秒である。併せてビデオカメラで歩行動作を録画した。所要時間は準備を含めて一人5分程度であった。

3.5. データ解析

3.5.1. 歩行速度と歩幅

歩行速度は、前後・左右の2m区間の歩行時間を平均して求めた。歩幅は、歩行動作中の両足の間隔データを平均して算出した。それらの結果を表1に示す。なお、サンプル数が1の男性・70-74は考察から除くこととする。

表1 歩行速度 (m/分) と歩幅 (m)

年齢区分	男性		女性	
	歩行速度	歩幅	歩行速度	歩幅
70-74	0.574	0.471	0.559	0.402
75-79	1.907	0.622	0.622	0.377
80-85	—	—	0.559	0.371

- i. 男女間では歩幅に差が認められ、蹴り出す力などの運動器能力と歩行スタイルの違いが計測できている。
- ii. 女性の歩行速度は70代後半にピークを示す。一方、歩幅は漸減する。これは、運動器の老化が歩幅を低下させ、それを歩行ピッチで稼いで速度を確保する歩行動作の変化と考えられる。高齢者の歩行速度の増大と転倒リスクの関連を示す先行研究があるが、歩幅と歩行ピッチの変化という具体的な歩行動作から明らかにしている。

3.5.2. ひざの上下動域

足踏み動作時の左ひざの上下動域を図2に示す。図中の点線は被験者が定位置を外れるため上下動域の基点がぶれて計測されることを示す。そこで、階差系列データに変換した。これにより、ひざの上下動域と転倒リスクの関連、

両ひざの上下動域のアンバランスがもたらすひざ関節や腰、首などの障害リスクを分析していきたい。

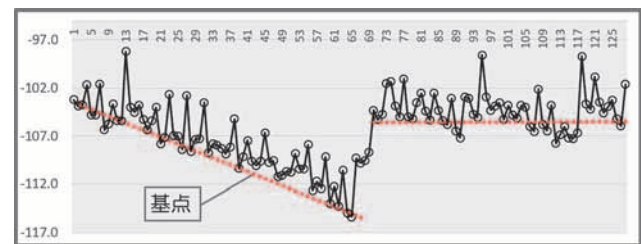


図2 左ひざの上下動域

3.6. 学会報告

本年度の研究成果は、「IEEE UEMCON Conference 2019 at Columbia University, New York, USA」に採択され、川井明が発表してベストプレゼンター賞を受賞した。

3.7. 来年度以降の活動に向けて

3.7.1. サンプル数の拡大と計測精度の向上

従来の10m歩行テスト法に比べて、質・量ともに優れ、応用可能性が高いデータを取得できた。そこで、サンプル数を拡大して分析内容の拡充を図りたい。また、歩行区間の短さが歩行動作を制限していたため、Kinectの特性を勘案しながら、より長い歩行区間による計測手法を考案する。

3.7.2. 歩行診断表の作成

歩行動作の推進力、バランス力、姿勢を、7つの指標に基づいて数値化し、レーダチャートによる視覚化を行った(図3)^[2]。歩行動作データの補正值をもとに、歩行能力の維持向上を目的とする歩行診断表を作成したい。

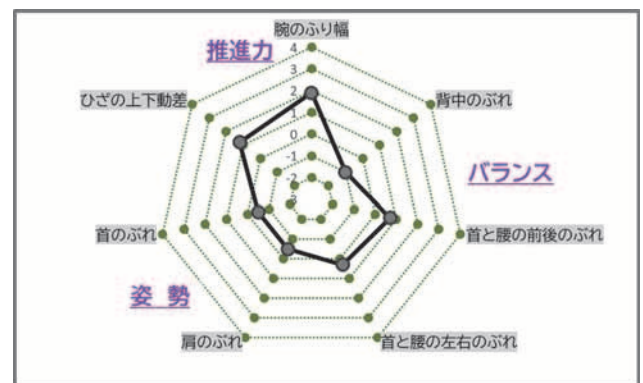


図3 歩行動作の視覚化

参考文献

[1] 「健康日本21(第2次)の推進に関する参考資料」
https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21_02.pdf

[2] 「高齢者の歩行転倒リスク分析 - サイバーフィジカル実践論」、西野優、安江直芳、山崎健一、吉村鴻紀、データサイエンス研究科、2019.10

琵琶湖及びその周辺環境等、滋賀県におけるジオパーク構想の構築と教材開発

1. プロジェクトメンバー

藤岡達也	教育学研究科・教授
堀 道雄	守山市立河西小学校・教諭
桑原康一	栗東市立治田東小学校・教諭
手島剛也	草津市立高穂中学校・教諭
秀熊宏弥	教育学部・4年生

2. 研究の目的と計画

近年、日本各地でジオパークが注目され、全国でジオパークが構想されたり、準備されたりしている。2020年3月現在、国内では43か所、そのうち9か所が世界ジオパークに認定されている。逆にジオパークのない地域は大阪府など13府県であり、ジオパークを目指していない地域は8府県であり、その中には滋賀県も含まれている。

ジオパークの活動やねらいとして挙げられるのは、自然保全・保護活動、教育・啓発、ジオツーリズムや持続可能な開発から地域の振興を図ることである。滋賀県では有史以来恵まれた自然環境と様々な人間活動とが展開されてきたにも関わらず、なぜかジオパークや設置に向けての取組は目立って見られない。確かに滋賀県では、これまでもジオパークのねらいと一致する取組は重視されており、改めて認識する必要はなかったと言えるかもしれない。例えば、琵琶湖を中心とした環境保全、自然保護への積み重ねは全国に先駆けた実績が見られる。また、琵琶湖南部に偏っているとは言え、古くから「近江八景」は有名であり、1950年「琵琶湖国定公園」に認定されてからは、「近江八景」より広がりを持った「琵琶湖八景」が知られている。つまり、豊富な自然景観・歴史景観を敢えて集客に寄与するための試みは必要なく、意識されなかつただけであるとも言える。

しかし、これからの時代、地域や伝統の良さは積極的にアピールする必要がある。そして観光資源の開発と広報は大きな意義がある。特に2019年～20年度にかけては信楽をテーマとした「スカーレット」、滋賀県にゆかりの深い明智光秀を主人公とする「麒麟がくる」など、地域の特色がクローズアップされる機会となっている。これらを自然環境・歴史環境と結び付け、滋賀県の魅力を紹介し、地域の振興・活性化につなげたい。

かつて、藤岡（2008）は「環境教育と地域観光資源」の中で、小学校～高等学校までの「総合的な学習の時間」で

取り扱うべき環境教育の内容は、大人にとっても重要であり、子供たちに「地域環境教育教材」と称するものは大人たちには「地域観光資源」であることを述べた。

これまで、滋賀県の地学的な自然の魅力を歴史や文化、伝統などと結び付けた研究そのものが多いとは言えない。滋賀大学教職大学院においても「滋賀の教育課題と指導方法」の科目が設定され、この授業では滋賀県の環境教育やESD、SDGsも取り扱っており、今後も充実させる必要がある。そこで、本研究では琵琶湖及びその周辺環境を中心とした滋賀県の自然景観・歴史景観を結び付けたジオサイトを構想し、環境教育用のジオパーク活用を検討する。その成果を環境教育の教材開発に繋げ、学校教育や教員研修等で実践を行うことを究極の目的とする。

本研究の計画では、(1)上の観点からジオパークのねらいに沿った教材化にふさわしい地域を調査し、ジオサイトのようなポイントを選定、集約する。(2)次に、今年度の重点地域となる対象を決め、調査を実施する。(3)そして、琵琶湖を中心とした学校教育から社会教育にまで広がりを持った環境教育教材（地域観光資源）の開発に関する分析と実践方法をSTEMやSTEAM教材の視点から探る。

3. 今年度の状況報告

(1) ジオパーク候補地の地域分析と選定

最初に滋賀県の自然環境と人間活動との関係が明確なジオサイトを文献調査や現地調査から選定した。候補地としては、滋賀県の環境教育教材の開発にふさわしい地域を現地調査する。歴史的に著名なため、その存在や名前は知られていても気付かなかつた自然の特色と人間の活用についての相互関係の観点を重視する。

例えば、I～Vのような観点がある。この中でI、IIは大きく分けにくいところもあるが、自然景観に重点を置いた場合をI、歴史景観に重点を置いた場合をIIとした。

- I 自然の地質・地形・岩石の活用地域
- ・近江富士（三上山）の花こう岩帯
 - ・田上山のペグマタイト
 - ・琵琶湖周辺の自然公園
 - ・伊吹山の石灰岩地帯
 - ・花折断層と花折街道（鯖街道）の形成
 - ・野洲川の氾濫と沖積平野の遺跡群
 - ・沖島と花こう斑岩、湖東流紋岩の石材

II 自然景観と歴史景観の調和

- ・古生層の岩体に立地する石山寺
- ・弥生時代の沖積平野の拡大と日本最大の銅鐸出土
- ・比叡山延暦寺と地形・地質の特色
- ・紫香楽京、大津京の立地条件と自然環境
- ・安土城、彦根城、佐和山城に見る岩体と石垣等への活用
- ・多景島の地形・岩石と仏教文化
- ・御上神社とご神体・三上山
- ・琵琶湖西岸断層帯と景観
- ・伊吹山の石灰岩質地下水と「さざれ石公園」
- ・白鬚神社と琵琶湖西岸断層・花折断層間の古墳群

III 自然景観と植生

- ・生きた化石メタセコイア
- ・滋賀大大津キャンパス

IV 自然理解と施設の活用

- ・大津市科学館と琵琶湖の生態系
- ・滋賀県立琵琶湖博物館
- ・滋賀県危機管理センターと防災教育
- ・近江神宮と時計博物館

(2) 今年度の調査重点地域

I 信楽地域の教材化

特に今年度は信楽地域に焦点を当てた。この理由として自然の二面性を顕著に捉えることが可能な地域であることに着目したからである。

まず、風化した花こう岩等によって、地すべり・がけ崩れを生じやすい地域は、一方、信楽焼等の産地でもある。つまり、信楽の地質から受ける「恩恵」として、アプライト質花こう岩や木節粘土・蛙目粘土は日本六古窯の一つ「信楽焼」の原料として利用されてきた。

これは、信楽山地（信楽高原）は主として中生代終わりの花こう岩類から形成され、地表部は深層風化が進んでいることによる。一部真砂化の著しい地域もあるが、花こう岩中からは、ペグマタイト鉱物、特に長石が産出する。

また、田上・信楽花こう岩の付近には、熱水変質作用によるアプライト質花こう岩が分布する。これらは良質の陶磁器の原料となる。

信楽盆地や周縁の丘陵地帯では、古琵琶湖層群（鮮新-更新統）や第四系の沖積層が花こう岩類を覆っており、古琵琶湖層群には木節粘土や蛙目粘土による粘土層がある。これらの粘土と先述の長石によって信楽焼がつくられる。

一方、信楽の風化花こう岩に起因する「災害」の側面として、多羅尾大水害（1953年8月、土石流による犠牲者

45名等）などの大規模な土砂災害が挙げられる。最近では、日本初の大雨特別警報が発表された2013（平成25）年台風18号による山崩れや河川の増水、浸水などの被害が生じている。滋賀県だけでなく、日本において土砂災害による被害は近年目立っている。例えば、2014年広島県で線形降水帯による大規模な土砂災害が生じたが、2018年においても西日本豪雨時に大きな被害が発生した。日本列島では、西日本に花こう岩が分布しているだけでなく、全国各地にも見られる。2019年東日本台風では宮城県にも花こう岩の崩壊による土砂災害が発生した。先述の信楽地域のこれらの関係をまとめて記すと図1のようになる。



図1 信楽地域の地質に関する特色（秀熊・藤岡，2019）

II 琵琶湖周辺の自然公園の活用

次に、琵琶湖周辺の自然公園の活用について検討した。特に滋賀県営公園は、都市公園として琵琶湖辺を中心に大津市、彦根市など県下8市に6公園設置され、滋賀県民に広く楽しみ利用されることをねらいとしてきた。県が支払う年間の管理費用だけでも数億円に達しており、琵琶湖周辺の自然公園について環境教育の教材化の観点から取り上げた。これらの都市公園は、いずれも緑が多く、自然環境の保全が意識される場としてだけでなく、近年は防災・減災への拠点、レクリエーション等の様々な機能を持っており、持続可能な社会の構築にも貢献する、安全・安心で市民の生活を豊かにする施設であるとともに、環境教育の絶好のフィールドの場であると言える。このような琵琶湖周辺の環境を活用した都市公園の施設を今後どのように活用するかの視点も本研究の一環として探りたい。

県管理の自然公園としては、びわこ文化公園（大津市瀬田南大萱町）が上げられる。びわこ文化公園は、滋賀大学

からも近く、琵琶湖や比叡山、湖南アルプスを望む湖南丘陵地帯を、滋賀県が都市公園として整備を進めており、県立埋蔵文化財センター等を含む地域は「文化ゾーン」として呼ばれている。当公園は「びわこ文化公園都市構想」の「芸術、教養の文化クラスター」に位置付けられ、滋賀県を代表する芸術、教養の文化施設群を都市公園内に配置した公園である。また、びわこ地球市民の森（守山市洲本町、水保町、今浜町）がある。面積は42.5haもあり、緑を再生するための事業に野洲川の廃川敷地を活用している。

さらに、湖岸緑地には様々な公園が設置されている。大津市周辺では、尾花川公園、春日山公園があり、特に春日山古墳群は、7世紀前半頃までに築かれた200基以上の古墳から構成される湖西地方最大の古墳群である。初期大和政権において重要な役割を果たしたとされる和邇一族の墓域ともいわれ、この地域が重要視されていたことが伺える。他にも奥びわスポーツの森（長浜市早崎町）、県営金亀公園（予定）（彦根市松原町）などがあるが、本年度は未調査である。しかし、現状では地域の拠点とはなっていない、他府県からの集客が期待できる景観との連動が弱い。

(3) ジオパーク構想としての観点

以上のことから、琵琶湖周辺の自然景観・歴史景観には、地域の憩いの場が考えられているとともに、次のような他に見られない特色を有する。

まず、自然景観と歴史景観が融合していることである。しかも時代の連続性が見られる。琵琶湖は古来より日本列島の重要な位置を占める。京都に隣接するだけでなく、紫香楽京、大津京など日本の政治の中心地となってきた。

日本各地のジオパークに担って、地域のジオサイトを合わせていくつかのゾーンを検討する。

<1>伊吹山ゾーン

滋賀県最高峰の伊吹山であるが、この山は「古事記」「日本書紀」の時代から登場する。特に日本武尊がここで致命的なけがを負う。石灰岩地帯であり、古生代の化石の採集も可能である。この石灰岩質の礫岩が、さざれ石と呼ばれ「君が代」にも用いられている。

<2>大津・石山ゾーン

石山寺周辺は中古生層の堆積岩の基盤が露出しており、チャート、石灰岩など南方からプレートによって運搬されてきた岩石からなる。これらの岩石が熱変成を受け、珪灰岩となった石山寺の岩石は、この地の由来となる。石山寺

では、紫式部や源氏物語が有名であるが、国宝多重塔の調和は歴史景観・自然景観のバランスが注目される。



図2 石灰岩が熱変成を受けて形成された石山寺・珪灰岩

<3>近江八幡・沖島ゾーン

沖島をめぐる岩体、湖東流紋岩、石英斑岩・花こう斑岩、その周辺の花こう岩帯は、地質学的な観点から「琵琶湖コーロロン」という湖東カルデラとして近年注目されている。観光の観点からも日本では唯一・海外でも例が少ない淡水湖の島の魅力に近江八幡市は力を入れ始めている。

また、安土城は琵琶湖沿岸の沖積層に分布する湖東流紋岩の岩盤の上に築かれており、織田信長の知見が伺える。その後、干拓等により当時と現在との地形改変は著しく景観も大きく異なっていたことが考えられる。

<4>彦根ゾーン

彦根城に注目されがちであるが、佐和山城の立地が大きな影響を与えている。地政学的な条件だけでなく、中古生層の地質学的な条件からも、この地に彦根城が隣接されたのもうなずける。ただ、彦根城の基盤は中古生層か湖東流紋岩からなのかは地質図、現地調査からでも不明であった。石垣には両方の岩石が使用されている。

<5>長濱ゾーン

羽柴秀吉によって築かれた長浜城は、秀吉の出世城として紹介されることが多い。また、その後城主となった山内一豊も関ヶ原合戦後、土佐22万石の大名に出世している。ただ1586年天正地震での大きな被害を無視することができず、地震が歴史に与えた影響も大きい。

<6>草津・野洲ゾーン

江戸時代から東海道の拠点とした場所であり、河川の堆積物によって築かれた。花こう岩の堆積物による野洲川の天井川は地形的には有名であり、河川の下に道路や線路が

存在する。また、主に花こう岩からなる三上山も古くから「近江富士」とも呼ばれ信仰の山となっている。野洲には日本最大の銅鐸が出土し、弥生時代に大きな集落が存在していたことはうかがえる。銅鐸博物館（野洲市歴史民俗博物館）が設置されているが、国宝となった銅鐸類は現在、東京国立博物館に展示されている。

<7>比叡山・湖西ゾーン

近畿地方全体がプレートの圧縮を受け、断層によって凹凸の著しい地域である。琵琶湖自体が断層湖であり琵琶湖は西側が深くなっていることはよく知られている。琵琶湖西岸断層と花折断層も琵琶湖西岸の景観に大きく関連している。つまり、比叡山、比良山系は、この断層活動と無関係ではない。また、花こう岩の貫入が変成岩を形成し、山の形にも影響を与えている。

以上、確かに滋賀県の大きな特色は琵琶湖の存在である。しかし、その5倍の陸地が存在し、各地質時代の多様な岩石が存在することは意外と意識されていない。琵琶湖周辺の歴史・伝統は、琵琶湖と周辺の地質との関係性が強い。

(4) STEAM、SDGs 教材開発の視点

琵琶湖の自然景観・歴史景観を活用して全国的にも紹介可能な県のジオパーク候補地を検討した。今日的に注目される科学教育素材としてのジオパーク候補地域の教材化としては、次のような観点がある。

2021年度から全面実施の中学校理科新学習指導要領では、自然の恵みや災害を再認識させることが示されている。一方で、近年、次世代型の学力を育む教育として、STEM教育が国際的に注目を浴びている。日本では、高等学校学習指導要領の中で、探究的な学習と同じ方向性を示すものとしてSTEM教育が紹介されている。これを初等・中等教育で展開することは、基礎スキルの系統的育成の観点から重要である。次世代を担う児童・生徒が「持続可能な開発」に主体的に参画し、科学的に問題解決できる資質・能力を育む「STEM教育の観点を取り入れたESD実践」には重要な意義がある。本稿では以上の背景を踏まえ、例として、信楽地域の地質的な特色による「自然の二面性」の理解を通じたESD実践に向けて、STEAM教育の観点を取り入れたカリキュラムマネジメントによる、新たな教育展開の可能性を探り、それらを図2に示した。

信楽地域の特色の二面性を題材としたSTEAM構想

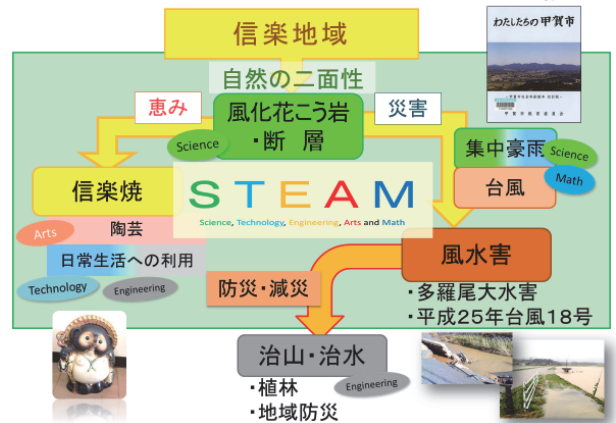


図3 信楽地域の二面性を主題とした STEAM 教育 (秀熊・藤岡, 2019)

4. 成果と今後の課題

様々な自然景観・歴史景観を有する滋賀県において、これらを融合したジオパーク構想を環境教育の観点から探った。また、教材化の視点として、SDGs、STEAMの実践を探った。

今日、学校教育においてカリキュラムマネジメントの視点が重視されている。従来から環境教育は、その内容や方法を取り入れてきたと言えるが、自然と人間、人間と人間(社会)とのつながり、関わりを考える防災・減災教育の実践とも無関係でない。今年度は環境教育のねらいを踏まえた防災・減災教育に加え、観光資源等に関する教材、プログラムを作成し、展開する具体的な例を探ろうとした。今回は信楽を中心に検討したが、今後も引き続き、STEM教育やESDへの教材化を進めると同時にSTEAMプログラムの実践への展開を求めたい。

文献

秀熊宏弥・藤岡達也 (2019)：自然の二面性を取り扱った地域教材およびプログラムの開発 ―滋賀県信楽地域の特色を題材として―, 令和元年度日本理科教育学会近畿支部大会要旨集

藤岡達也編 (2008)：環境教育と地域観光資源, 学文社, 180p.

中野聰志・川辺孝幸・原山智・水野清秀・高木哲一・木村克己 (2003)：水口地域の地質・地域地質研究報告 (5万分の1地質図福). 産総研地質調査総合センター, 83p.

甲賀市史編さん委員会 (2016)：甲賀市史 第8巻 甲賀市事典, 甲賀市, pp.201-245, 28

豪雨災害の防止に向けた河川地形データの解析と応用

1. プロジェクトメンバー

畑山 満則 京都大学防災研究所／滋賀大学データサイエンス学部
和泉志津恵 滋賀大学データサイエンス学部
松宮 敬広 虎姫高校

2. 研究の目的と計画

平成 27 年 9 月関東・東北豪雨、平成 28 年台風第 10 号、平成 29 年 7 月九州北部豪雨、平成 30 年 7 月豪雨、令和元年東日本台風と近年毎年、豪雨災害が発生している。豪雨による水害は、予兆を捉えてから災害発生までの時間（リードタイム）が比較的あるため、行動に応じて命の危険を回避することが可能である。このような行動のための指針となるべくハザードマップが作成されている。しかしながらハザードマップの基盤情報となる浸水想定区域図は、作成にコストがかかるため、地形や土地利用の変化といった経年変化に応じた頻繁な更新がなされていないのが実情である。更新頻度を向上させるための課題の一つに基礎情報の調査（河川等に係る集水地域および氾濫原に関する地形、土地利用の状況その他の事項に関する調査）がある。

本研究では、豪雨災害の軽減に向けて、ドローンを活用して琵琶湖周辺の河川地形データを採取し、取得されたデータをコンピュータ解析することで、河川地形モデルの構築を試みる。ドローンによるデータ取得、河川地形モデル作成の作業については、滋賀県立虎姫高校のサマーセミナーとして提供することで、滋賀県が公開している「地先の安全度マップ」の更新に関する課題解決の可能性について検討することもあわせて行うものとする。成果物は、滋賀県流域政策局に提供し、「地先の安全度マップ」の更新の基礎資料として活用を検討するものとする。

3. 今年度の状況報告

1) 「地先の安全度マップ」の更新における課題

滋賀県では、平成 24 年度に全国で初めて「地先の安全度マップ」を公表した。「地先の安全度マップ」とは、県民の自宅や勤務先などの場所が、どのくらいの水害リスクがあるのかをシミュレーションにより求め地図にまとめたものである。滋賀県の公式サイト上で公開されているマップは、洪水予報河川や水位周知河川といった大きな河川だけでなく、その支流などの中小河川や水路、下水道などを

考慮することで外水・内水を一体とし、10 年、100 年、200 年に 1 度に相当する降雨シナリオのもとにシミュレーションを行っており、住宅が 1 軒ごとに識別できる程度まで拡大でき、確認できることが特徴である。

この想定浸水深は、「滋賀県流域治水の推進に関する条例」（平成 26 年制定）での「想定浸水深」を示すものであり、条例により概ね 5 年ごとの更新が求められている。この定期更新を行う際には、最新状況の基礎調査が求められることになる。河川地形については、水防法で浸水想定区域図の作成が義務付けられている河川については、航空レーザ測量などがなされるが、地先の安全度が対象とする中小河川は行われなため独自の計測が求められる。そこで、本研究グループでは、この作業をドローンによる計測で行うことを提案しており、本研究は、この提案のための基礎的な実験として位置付けた。

2) 計測対象地域

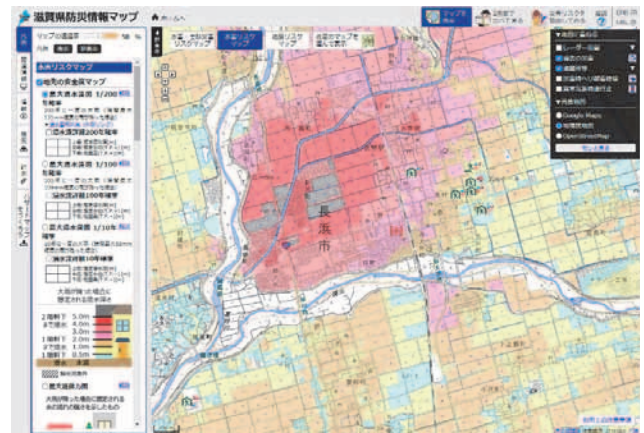


図 1 旧虎姫町付近の地先の安全度マップ

滋賀県湖北地区に位置し、琵琶湖に注ぐ 1 級河川姉川と、その支流である高時川の流域は、洪水により相当な被害が生じる恐れがある河川として、滋賀県によって「洪水予報河川」に指定されている。地形の影響で豪雨時の氾濫流が大きく河川改修のみでは守りきれないと想定される場所があり、水害時の避難計画が重要な検討課題となっている。本研究では、姉川・高時川の合流点に位置する長浜市虎姫地区を対象として、システムの実装検証を行うこととする。図 1 に対象地域の地先の安全度マップを示す。200 年に一度の大雨（時間最大 131mm 程度の雨が降った場合）を想定し着色されているが、合流部ではほとんどの地域で 2m

以上の浸水が想定されていることがわかる。特に、新大井橋付近にある大井町では、2017年の台風5号で床上浸水1棟、床下浸水15棟の浸水被害を受けており、550名の住民が避難した経験を持つ。滋賀県はこの災害を受けて、2017年9月に旧大井橋に存在した切り通しを封鎖しており、河川地形も変化していることから、この旧大井橋付近を対象地域とした。

3) 虎姫高校サマーセミナー

ドローンによる河川計測とデータ処理については、虎姫高校のサマーセミナーの一環として行った。これは、浸水想定区域図作成のための基盤調査の一部を、専門技術を持たない人が担うことに関する実験の側面も持つ。サマーセミナーは、2019年7月31日(水)、8月1日(木)の2日間で行われ、21名の生徒が参加した。1日目は、虎姫高校において、データサイエンスと水害対策に関する座学講義(畑山が担当)と、ドローンの取り扱いに関する実習を行い、ドローンによる河川地形の撮影計画を作成した(写真1)。2日目は、ドローンを活用して対象地域を空撮し、滋賀大学の情報教室において、河川地形モデルの作成を行った。



写真1 野外調査の様子(出典:虎姫高校 PTA 通信 144号)

4) ドローンでの計測結果

撮影に利用したドローンはDJI Mavic Pro、Mavic2 Enterprise Dual、高度は50mより重複率80%で撮影した。撮影計画は、事前にDJI GS Proを用いて行い(図2)、撮影は自律飛行にて行った。取得された画像をPix4Dによりオルソモザイク加工し、地図と重ね合わせたものが図3、図4である。

4. まとめ

本研究では、豪雨災害の軽減に向けて、ドローンを活用して琵琶湖周辺の河川地形の構築を行った。ドローによる計測と河川地形モデル作成は滋賀県立虎姫高校のサマーセミナーとして行われ、対象地域である滋賀県長浜市の洪水予報河川である姉川の南部に位置する大井町である。地形

モデルはオルソ画像としてまとめられ、「地先の安全度マップ」の更新の基礎資料として活用を検討するため、滋賀県流域政策局に提供された。

謝辞

滋賀県土木交通部流域政策局、長浜市役所、長浜市大井自治会からご理解と協力いただきました。ここに謝意を示します。

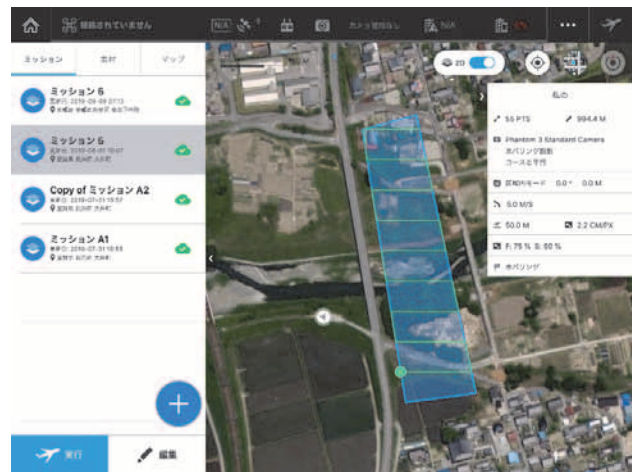


図2 撮影計画 (DJI GS Pro)



図3 姉川のオルソ画像 (新大井川付近)



図4 姉川のオルソ画像 (JR北陸本線付近)