

特集 1 河川生態を分かり易く伝える

FEATURE 1: Comprehensible illustrating of river ecological processes

事例研究 CASE STUDY

大学生を対象にした河川生態系の多様性を理解するための 宿泊型自然体験学習の実践

野崎 健太郎^{1)*}・井上 光也²⁾・寺山 佳奈²⁾・高橋 伸行³⁾・加藤 元海⁴⁾

1) 椋山女学園大学教育学部 〒464-8662 名古屋市千種区星が丘元町 17-3

2) 高知大学大学院総合人間自然科学研究科 〒780-8520 高知県高知市曙町 2-5-1

3) 愛知県立松蔭高等学校 〒453-0855 名古屋市中村区烏森町 2-2

4) 高知大学理学部 〒780-8520 高知県高知市曙町 2-5-1

Kentaro NOZAKI^{1)*}, Mitsuya INOUE²⁾, Kana TERAYAMA²⁾, Nobuyuki TAKAHASHI³⁾ and Motomi GENKAI-KATO⁴⁾: A learning program of residential outdoor environmental education for university students to understand the stream ecosystem diversity. *Ecol. Civil Eng.* 20(1), 99-105, 2017

1) School of Education, Sugiyama Jogakuen University, Nagoya 464-8662, Japan

2) Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Kochi University, Kochi 780-8520, Japan

3) Shoin High School, Aichi Prefecture, Nagoya 453-0855, Japan

4) Faculty of Science, Kochi University, Kochi 780-8520, Japan



Abstract: A learning program of outdoor environmental education for university students was conducted to make stream ecosystem diversity understandable from 22 to 26 August 2016 in the Yusuhara-gawa River of the Shimant-gawa River branch, Yusuhara, Kochi Prefecture, Japan. In order to improve the educational effect of nature experience learning, we conducted an indirect experience of the research site using Google Earth in advance learning and confirmed the educational effect. The students repeatedly learned while repeatedly moving through a section of the river including various environments, for example, riffles and pools with sand, gravel and bedrock. From the after questionnaire survey, it was confirmed that the students understood that the river contained various environments. Students in teacher education course accounting for half of the participants were strongly requested to learn knowledge about safety, looking at their own near future. From the descriptions of the students written in the questionnaire it was confirmed that this program was able to respond adequately to their needs.

Key words: stream ecosystem, environmental diversity, residential outdoor environmental education, teacher education

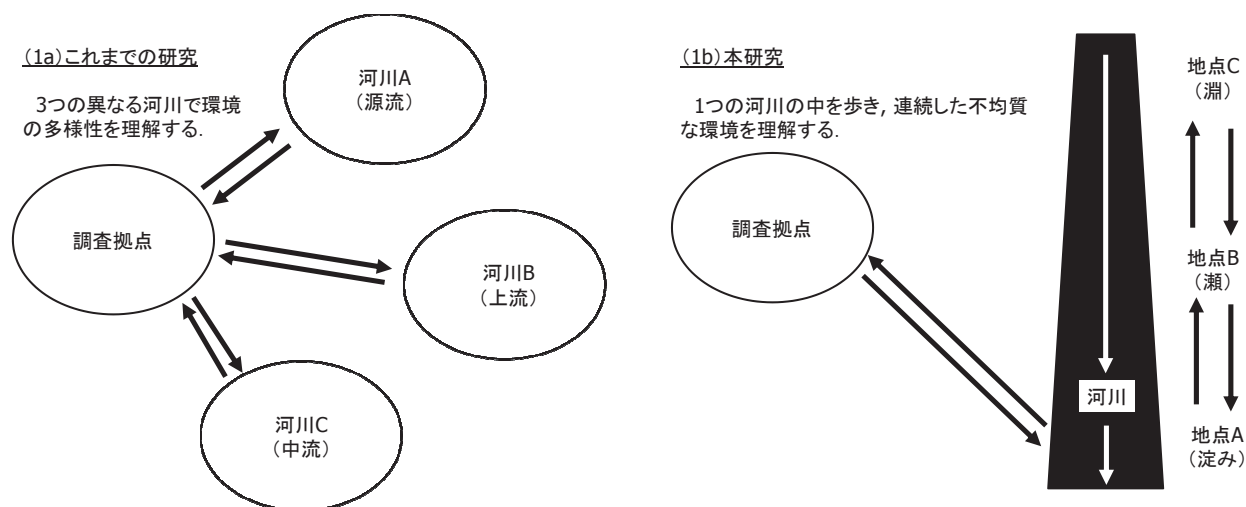


図1 河川を用いた自然体験学習における2つの手法。1a: 複数の河川を比較し多様な河川環境の存在に気づかせる。1b: 1つの河川区間を繰り返し移動しながら河川は多様な環境の連続体であることに気づかせる。

研究の目的

河川は、地上に降った雨水が高い場所から低い場所に向かって一方に流れる流水環境と定義できる (Allan 1995; 田代 2013)。そして、河川を流れる水は、浸食・運搬・堆積の3つの作用によって多様な地形を生み出す原動力となる (萱場 2013; 田代 2014)。河川が人間生活に大きく影響する日本では、小学校5年生の理科に設定された「流水の働き」という内容で全員が河川と地形との関係について詳しく学ぶことになる (馬場 2006; 文部科学省 2008; 林・山下 2009)。しかしながら、現行の教育職員免許法の制度では、小学校教員を希望する大学生は理科の教科内容、特に河川を扱う地学分野を学ぶ機会に乏しいため (川勝 2005; 牧野 2006; 野崎 2012a; 下井倉ほか 2014; 森本 2016)、養成課程で河川環境を体験する授業を設けることは有益である。

河川環境は、河床勾配や流量によって大きく異なるため、筆者らは複数の河川で体験学習を行い比較することが教育上有効であると考えてきた (野崎 2012b; 野崎 2013)。しかしながら、この手法の欠点は、比較対象が異なる河川であるため (図1a)、河川が連続体であることを実感できない点にある。さらに、地点間を移動する時間は限られた学習時間を圧迫する。河川は一定区間内に瀬・淵構造が見られ、河床材料も流速や地形に応じて変化する (萱場 2013)。この連続的な環境変化は河川の大きな特徴の1つであり、河川を通じて流域全体の地形が形成されることを学ぶ小学校理科の教育内容にも密接

に関わっている。そこで本実践では、教員希望者が半数を占める大学生集団を対象として、1つの河川区間を用い、その中を徒歩で繰り返し移動することにより (図1b)、河川は多様な環境の連続体であると理解させることを目的とした。

方法

調査地と対象

本実践は、四万十川支流の梶原川上流部にあたる高知県高岡郡梶原町田野々越知面 (北緯33度25分55秒、東経132度56分43秒、標高500m程度) で2016年8月22日から26日にかけて行った。実施期間は、自然体験学習の教育効果とその持続性が期待できる5日間とした (Bogner 1998; 中川 2013; Braun and Dierkes 2016)。本実習を行った河川区間の地形は図2に示した。長さ300mの区間に瀬と淵 (淀み) が連続し、河床材料も多様であった。最上流部は、支流の永野川との合流点で、水深3m程度の淵が形成されている。

受講学生は梶山女学園大学教育学部 (私立大学、名古屋市) の3年生16名、高知大学理学部生物科学コース (国立大学、高知市) の3年生19名 (女性10名、男性9名) の合計35名、講師は両大学の授業担当者2名、愛知県立高等学校教諭1名、TA (teaching assistant) 7名の合計10名である。TAは、博士課程大学院生1名、修士課程大学院生3名、学部4年生3名で構成した。受講学生は、梶山1~2名と高知2~3名とを組み合わせ

て1班とし、期間中は班単位で課題に取り組んでもらった。梶山の受講学生は、全員が保育士、幼稚園教諭、小学校教諭のいずれかの就職を希望し、高知の受講学生には、中学校もしくは高等学校の理科教員の希望者が3名含まれていた。

間接体験を用いた事前学習

梶山の受講学生は、大学の学習課程で、自然環境について学ぶ機会が少ないため、教科書（日本陸水学会東海支部会編集 2014）の購入と A4 用紙 10 枚程度の事前学習報告書の提出を義務付けた（Orion 1993；磯崎 2004）。事前学習の課題は、① Google Earth または地理院地図を用いて実習地の風景・地形を解析（谷口・田代 2014；大八木 2014）、②地形の作図と流量算出の計算問題、③重要な用語（電気伝導度、pH、COD、栄養塩、藻類、水生昆虫など）の調べ学習、④データベースを利用しての四万十川水系の情報収集（森 2014）、である。自然環境を学ぶ際には、実習等の直接体験の効果が重視され、映像や動画を利用した間接体験の効果を軽視する傾向が強い（森編著 2003）。しかしながら、相場（2007）が地学領域の学習において、直接体験と間接体験のどちらを学習者が支持するかを調べたところ、学習意欲については直接体験への支持は大きい、地層の形成過程には映像教材、星に関する知識・理解、思考にはプラネタリウムといった間接体験が支持された。したがって、本実践においても、直接体験のみでは知識の定着が不十分になる可能性がある。そこで、事前学習において間接体験となる課題①、④を導入することで、受講学生に現地の地理条件を予測させ、その後の直接体験との比較によって教育効果が高まると考えた。

自然体験学習

本研究で実施した宿泊型自然体験学習の概要は表1に示した。受講学生は、体調に問題のない限り、毎日、300 m の河川区間を往復した。川沿いの道を歩けば5分で済むところを20分～30分かけて歩くことで、河川が多様な環境を含む連続体であることに気づくことを期待した。

一方で、河川が単なる均質な連続体では無いことを理解させるために、区間最上流部の淵と、そこに流入する梶原川と永野川の瀬で河川調査実習を行った。多様な物理環境を生む出す河川地形と流量は加藤（2014）の方法での測定・算出し、流速は流速計（コスモ理研、CR-7）を用いて測定した。水質指標である水温はアルコール棒温度計、pH と COD はパックテスト（共立理化学、WAK-pH、WAK-COD）で測定した。生物相は、水生昆

表1 本研究で実践した宿泊型自然体験学習の内容。

8月22日	高知大学のバスで梶原町へ移動 講義 実習区間の探検、川遊び
8月23日	地形測量、流速 水温、電気伝導度、pH、COD 水生生物の採集 川遊び
8月24日	水生生物の同定（スケッチを含む） 調査資料の整理（地形図、流量） 川遊び
8月25日	班ごとに調査報告書の作成 川遊び、打ち上げ
8月26日	受講学生への質問紙調査 清掃後にバスで高知市に戻る

虫を中心とした無脊椎動物の採集は加藤・野崎（2014）の方法で行った。魚類は、目視観察と釣りによって確認した（山本ほか 2014）。

自然体験学習で得られた結果は、4日目に取りまとめ、班ごとに図表や水生生物のスケッチを含めて A4 用紙 10 枚程度の報告書を手書きで作成してもらった。受講学生には、地形、水質、生物相といった複数の指標を組み合わせ、調査地がどのような環境であるかを推察すること（野崎 2012b；野崎・鳥居 2017）が目的であると伝えた。報告書提出時には、その記述について口頭試問を行った。

教育効果の測定

教育効果は、実習中の学生の発言、報告書の記述に関する口頭試問、および最終日に行った質問紙調査で測定した。質問紙は、「1. 印象に残った体験：この実習で体験した内容で、強く印象に残ったことを3つ選び、その理由を含めて説明して下さい。」「2. 実習を受講して獲得したこと（身に付いたこと）：あなたがこの実習を受講する中で獲得した（身に付いた）と感じたことを3つ以上挙げ、その理由を含めて説明して下さい。」について自由記述で回答する形式とした（野崎 2012b；野崎 2013）。

結果と考察

事前学習における間接体験の教育効果

実習地に近づくと、事前学習を行った梶山の受講学生からは、「あっ！パソコン（の画面）で見た風景と一緒



図2 本研究を実施した栲原川上流部の区間。画像は Google Earth より取得した。



図3 区間最下流部の淀みにおける学習風景 (2016年8月22日)。



図4 区間中央の狭さく部を歩く受講学生 (2016年8月24日)。



図5 区間最上流部の淵で調査を行う受講学生 (2016年8月24日)。

だ!ちょっと感動。」といった声が次々に上がった。この反応から、定性的ではあるが、相場・真砂(2006)が小学校5年生理科、作野・二宮(2009)が中学生1年生理科で行った実践と同様に、Google Earth等の衛星データを用いて、対象となる土地の景観を映像で確認すると学習への意欲が高まることを確認することができた。今後、瀬・淵や河床の水面下の状態、水生生物の生態を見せる動画教材が充実してくれば(渡辺・吉富 2017)、衛星データでは推測することが難しい水面下の河川環境を考えさせる事前学習が可能になるだろう(埴岡ほか 2004; 真田ほか 2010)。例えば、事前学習で、「実習区間の中で、最初はどの場所から川に入ると安全だろうか。」「実習区間の中を歩いて移動する場合、難所はど

こだろうか。」「魚はどこで多く観察できるだろうか。」といった課題を与え、実習時に受講学生自身の体験からその解答を得る学びの過程、いわゆる能動的学修、アクティブ・ラーニング(active learning)の良い事例になると考えられる。

自然体験学習の教育効果

図3～5には、本実践の実施風景を示す。図3は初日の最下流部の地点における講師とTAによる河川調査の実地指導、図4は区間中流にある狭さく部の登坂、図5は最上流の淵で潜っての調査である。学生の大部分は、初日、川の中を上手く歩くことが出来ず、手をつきながらの移動であったが、日ごとに急速な上達が見られた。Emmons(1997)は、中央アメリカのベリーズ(Belize)

表2 質問紙の自由記述の中に河川の多様な環境への気づき、理解が見られた受講学生の人数.

	椋山女学園大学教育学部 女性 16 名	高知大学理学部生物科学コース 女性 10 名	男性 9 名	合計 35 名
河川の多様な環境が印象に残った	9	7	5	21
河川の多様な環境を理解する力がついた	11	7	2	20

において、15～20歳の女子高校生10人を対象に5日間の自然体験学習を行った。その結果、自然環境や野生動物への恐怖心が和らぎ、それまで抱いていた誤解の解消につながることが報告された。本実践においても同様の効果が得られている。例えば、質問紙の問題1（印象に残ったこと）には、「川を登ったり、下ったりする中で、川の流れの強さや、石のツルツル感、深さ等、川の中に実際に入らないとわからない部分を様々知ることが出来、印象深かったです（椋山・女性）。」、「川の危険性を初めて知りました。（私は）1日目はころびまくって青アザいっぱいになりました。4日間、川に入ったことで、どうしたら危なくないのかなどを理解できました（高知・女性）。」といった記述が見られた。

表2は、質問紙に、河川環境の多様さについて記述した受講学生の人数である。受講学生35人中の6割が、河川の多様な環境が印象に残り、かつそれを理解する力がついたと回答した。例えば、質問紙の問題2（身に付いた力）には、「川はプールと違って危ないなど話は聞いて知っていたけど、どう危ないかは知らなかった。今回川に入って歩いてみて、濁って歩きにくいとか藻類は本当につるつるしてこけそうだった。水の流れが速くて次の一步が踏み出せなかったり、靴をはいて入るととても重くてバタ足しても前へ進まず流されてしまいプールとの違いを感じた。泳ぐの得意だからとか関係ありませんでした（椋山・女性）。」、「まず、川の楽しさや危険について考えさせられたことです。川で楽しく遊ぶためには、安全に対する配慮は絶対にはずせないことだと思ったからです。石には藻がついているから滑りやすいとか、雨の日の次の日は川の様子が変わっているとか、川の水の量や深さ、岩などの大きさで、流れが変化することなど、今まであまり深く知ることがなかったことを実体験で知ることができました（椋山・女性）。」といった記述があり、受講学生が川の中を歩くことで多様な環境があることを体感し、それらへの対応を理解していることが確認できた。

卒業後、大部分が保育士・教員となる椋山の受講学生には、自身の近未来を見据えて、自然体験学習における

安全確保の力を身に付けたいという要望が強い（野崎2012b, 2013）。質問紙に見られる受講学生の記述からは、本実践で実施した内容が、その要望に十分に込んでいることを示している。今後は、お互いの体験や知識を共有するために、受講学生同士が意見交換を行う場を設定したい。なぜならば、近年、アクティブ・ラーニング推進の高まりから、協同学習（cooperative learning）の考え方に注目が集まっているからである（安永2009；皆川2015；瀬尾2016）。協同学習の場では、ピア・インストラクション（peer-instruction）やピア・フィードバック（peer-feedback）と呼ばれる学習者同士の議論によって学習の質が高まる傾向が報告されている（新田2011；新田ほか2014；皆川2015）。

Stern et al. (2008) は、アメリカ合衆国のグレート・スモーキー山脈国立公園（Great Smoky Mountains National Park: GSMNP）で第4学年（9歳）～第7学年（12歳）に行われている3日間と5日間の宿泊型自然体験学習（residential outdoor environmental education）の参加者を対象として、その教育効果と持続性を調査した。その結果、5日間の学習は3日間に比べて、自然環境への規範意識（Stewardship）、自然環境を学習する意欲（Discovery）、自然体験学習で得た気づき・知識（Awareness）についての教育効果が有意に高いことが示された（ $p < 0.05$ ）。さらに、5日間の学習に参加した受講学生の気づき・知識（Awareness）は、3か月後の調査で3日間に比べて有意に高く維持されていた（ $p = 0.02$ ）。同様の結果は、Bogner (1998)、Braun and Dierkes (2016) も報告しており、5日間の学習である本実践で示された受講学生の河川環境への理解についても、長期間の持続が期待できる。受講学生の1人が、本実習で獲得した能力の1つとして、「ヒゲナガカワトビケラとヒラタカゲロウは見たら分かると思います（椋山・女性）。」と記述してくれたが、これが持続するのであれば、小学校学習指導要領解説「理科編」（文部科学省2008）に記述された理科の目標の1つである「自然に親しむこと」を実現する上で大きな力になると思われる。

報告書の提出時に行った口頭試問において、水質指標

である河川水の pH や COD が、河川区間を通じてほぼ一定にもかかわらず、水生昆虫の種類数、現存量が、緩やかで深い淵に比べて、流れが早くて浅い瀬で大きいことへの意外性を多くの受講学生が口にした。つまり流速や地形といった物理環境の多様性を持つ意味に気付いたといえる。水質は、バックテストに代表される簡易法の普及によって可視化、すなわち見える化された反面、測定値の持つ意味が理解されないまま教材として利用されている事例が指摘されている（野崎・鳥居 2017）。例えば、COD は、落葉の多い水域であれば、自然状態であっても環境基準を超過する値が測定される。その結果、人為的汚染が無いにもかかわらず、有機汚濁の進行した汚れた水と判定される恐れがある（野崎 2016）。本研究では、河川の連続性ゆえに短い区間では均質となる水質という指標、逆にわずか 300 m でも多様な環境が連続し、生物の生息状況が大きく異なる地形という指標、1 つの連続体を通して観察することで、これら 2 つの指標の持つ意味の違いを考えさせることができた。図 1b に示した目的が達成できたと判断する。

摘 要

本実践では、教員希望者が半数を占める大学生集団を対象にして、河川は多様な環境の連続体であることを理解させるために、四万十川の支流、梶原川上流部（高知県梶原町田野々）で 4 泊 5 日の宿泊型自然体験学習を行った。自然体験学習の教育効果を高めるために、事前学習において Google Earth、地理院地図を用いて調査地の間接体験を行い、その教育効果を確認した。受講学生は、瀬・淵構造および、河床が砂礫から岩盤までの多様な河川環境を含む 1 つの区間の中を繰り返し移動しながら学習を進めた。事後の自由記述式の質問紙調査により、受講学生が河川には、多様な環境が連続していることを実感し、それらへの対応を理解していることが確認できた。受講学生の半数を占める保育者・教師志望者には、自身の近未来を見据えて、自然体験学習における安全確保の力を身に付けたいという要望が強い。質問紙に見られる受講学生の記述からは、本実践で実施した内容が、その要望に十分に応えていることを示していた。

謝 辞

TA として本実践に協力して下さった高知大学大学院総合人間自然科学研究科の宮地萌、柿真理、高知大学理

学部の入山栞、宇都宮稜の各氏、実施期間中の食事を準備して頂いた橋詰商店のご夫妻、利用の便宜を図って頂いた川上区長さん、高知大学理学部生物科学コース教授の石川慎吾博士に深く感謝いたします。本実践の遂行には科学研究費補助金、基盤研究 C（15K00993 研究代表者、野崎健太郎、および、15K00995 研究代表者、畑田彩）の支援を受けた。

引用文献

- 相場博明（2007）直接経験と間接経験のどちらを支持するか—地学領域を例とした意識調査—。地学教育 **60**(6): 211-226.
- 相場博明・真砂佳菜子（2006）グーグルアース（Google Earth）を利用した地学教育—小学校 5 年「流れる水のはたらき」の実践—。地学教育 **59**(1): 33-43.
- Allan J.D. (1995) Stream Ecology, pp.1-4. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- 馬場勝良（2006）都会を流れる河川を用いた地学体験活動。地学教育 **59**(1): 25-32.
- Bogner F.X. (1998) The influence of short-term outdoor ecology education on long-term variables of environmental perspective. The Journal of Environmental Education **29**(4): 17-29.
- Braun T. & Dierkes P. (2016) Connecting students to nature – how intensity of nature experience and student age influence the success of outdoor education programs. Environmental Education Research (online) <http://dx.doi.org/10.1080/13504622.2016.1214866>
- Emmons K.M. (1997) Perceptions of the environmental while exploring the outdoors: a case study in Belize. Environmental Education Research **3**(3): 327-344.
- 埴岡靖司・吉富友恭・今井亜湖・前迫孝憲（2004）河川実験施設との連携による動画コンテンツを用いた理科教育の実践。日本教育工学会論文誌 **28**(3): 275-280.
- 林慶一・山下浩之（2009）河川作用の理解の深化で見る科学的探究の諸局面—探究活動の改善に向けて—。地学教育 **62**(2): 35-50.
- 磯崎哲夫（2004）野外学習の歴史的・哲学的研究—わが国の実践に向けての基礎づけ—。地学教育 **57**(4): 111-123.
- 加藤元海（2014）2.3 流速と流量。「身近な水の環境科学 実習・測定編」（日本陸水学会東海支部会編集），pp.35-38。朝倉書店、東京。
- 加藤元海・野崎健太郎（2014）2.9.4 水生昆虫・貝類・甲殻類。「身近な水の環境科学 実習・測定編」（日本陸水学会東海支部会編集），pp.54-55。朝倉書店、東京。
- 川勝博（2005）よい理科の先生を養成するには—教員養成系大学・学部の現状と展望。日本物理学会誌 **60**: 140-144.
- 萱場祐一（2013）1.2 河川地形の特徴とその分類。「河川生態学」（中村太士編），pp.13-33。講談社、東京。
- 牧野泰彦（2006）台地を刻む河川の教材化を探る。地学教育 **59**(4): 137-144.
- 皆川直凡（2015）21 世紀の新しい学びに関わる理論と実践を結ぶ研究。教育心理学年報 **54**: 57-70.
- 文部科学省（2008）小学校学習指導要領解説 理科編，大日本図書、東京。
- 森一夫編著（2003）21 世紀の理科教育。学文社、東京。

- 森本弘一 (2016) 小学校教員養成課程における学生の理科の資質能力向上の試み, 科学教育研究 **40**(1): 30-38.
- 森照貴 (2014) 5.3 データベースの利用, 「身近な水的环境科学 実習・測定編」(日本陸水学会東海支部会編集), pp.166-171. 朝倉書店, 東京.
- 中川宏治 (2013) 自然体験学習施策の導入と評価に向けた環境教育研究の動向, 環境教育 **23**(2): 105-116.
- 日本陸水学会東海支部会編集 (2014) 身近な水的环境科学 実習・測定編, 朝倉書店, 東京.
- 新田英雄 (2011) ピア・インストラクションとは何か, 日本物理学会誌 **66**(8): 629-632.
- 新田英雄・松浦執・工藤知草 (2014) ピア・インストラクションを導入した物理入門講義の実践と分析, 科学教育研究 **38**(1): 12-19.
- 野崎健太郎 (2012a) 小学校教員養成における模擬授業を導入した「理科指導法」の学習の立案と実践—授業を準備し実践するまでに必要な時間経過を理解するために—, 椋山女学園大学教育学部紀要 **5**: 165-175.
- 野崎健太郎 (2012b) 保育者・小学校教員養成課程における河川調査実習の立案とその教育効果, 日本生態学会誌 **62**: 51-58.
- 野崎健太郎 (2013) 河川実習を通じた人間関係への気づき, 「人間関係の諸問題」(渡邊毅編著), pp.101-114. 中部日本教育文化会, 名古屋.
- 野崎健太郎 (2016) 湧水, 地下水および水道水を水源とする学校ビオトープにおける過マンガン酸カリウム消費量と簡易法を用いた COD (化学的酸素要求量) の測定, 椋山女学園大学教育学部紀要 **9**: 121-127.
- 野崎健太郎・鳥居里菜 (2017) 理科および環境教育の教材としての河川水質と湧水との関係—今之浦川 (静岡県磐田市) における事例研究—, 椋山女学園大学教育学部紀要 **10**: 103-114.
- 大八木英夫 (2014) 1.4 調査地点の分布図とルートマップの作成, 「身近な水的环境科学 実習・測定編」(日本陸水学会東海支部会編集), pp.13-15. 朝倉書店, 東京.
- Orion, N. (1993) A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum, School Science and Mathematics **93**(6): 325-331.
- 作野裕司・二宮力 (2009) 衛星データを利用した中学校における自然環境教育の教材開発と実践, 土木学会論文集 H (教育) **1**: 57-63.
- 真田誠至・吉富友恭・萱場祐一 (2010) 河川のフィールド観察における動画コンテンツの役割に関する検討, 日本教育工学会論文誌 **34**(3): 309-318.
- 瀬尾美紀子 (2016) 21 世紀の学習・教育実践に期待される教授・学習研究, 教育心理学年報 **55**: 68-82.
- 下井倉ともみ・土橋一仁・松本伸示 (2014) 理科を専攻としない学生を対象とした「小学校理科を教える自信」に関する調査—理科内容学の視点から—, 科学教育研究 **38**(4): 238-247.
- Stern M.J., Powell R.B. & Ardoin N.M. (2008) What difference does it make? Assessing outcomes from participation in a residential environmental education program, The Journal of Environmental Education **39**(4): 31-43.
- 谷口智雅・田代喬 (2014) 1.3 地図の読み方, 「身近な水的环境科学 実習・測定編」(日本陸水学会東海支部会編集), pp.10-13. 朝倉書店, 東京.
- 田代喬 (2013) 1.1 生物からみた水文学と水理学, 「河川生態学」(中村太士編), pp.7-13. 講談社, 東京.
- 田代喬 (2014) コラム 河床形態と河床型—河川の流れによってできる規則的な地形, 「身近な水的环境科学 実習・測定編」(日本陸水学会東海支部会編集), pp.26-28. 朝倉書店, 東京.
- 渡辺友美・吉富友恭・萱場祐一 (2017) 河川生態の映像化と留意点: 映像展示の開発プロセスを例に, 応用生態工学 **20**: 73-85.
- 山本敏哉・谷口義則・佐川史朗 (2014) 2.9.5 魚類, 「身近な水的环境科学 実習・測定編」(日本陸水学会東海支部会編集), pp.55-63. 朝倉書店, 東京.
- 安永悟 (2009) 協同による大学授業の改善, 教育心理学年報 **48**: 163-172.

