

科学力育成のための地学オンライン実験

—— 河川の特徴、災害と自然の恵み ——

三 上 裕 香	埼玉大学教育学研究科
大 塚 裕 加里	埼玉大学教育学研究科
エレデネ・オチル・アリウンボヤン	埼玉大学教育学研究科
岡 本 和 明	埼玉大学教育学部自然科学講座

キーワード: 小・中理科学習指導要領、固体地球、河川の系統学習、地理院地図、
防災学習、自然の恵み、河川水の硬度、和食の特徴

1. はじめに

平成 29 年に改訂された小学校学習指導要領¹⁾での小学校第 4 学年から第 6 学年における地球の個々の単元は、固体地球に関する限り明確である(表 1)。すなわち、地球の内部と地表面の変動に関しては「雨水の行方と地面の様子」(第 4 学年)、「流れる水の働きと大地の変化」(第 5 学年)、「土地のつくりと変化」(第 6 学年)のように明らかに河川の学習が関連している。しかし、個々の単元目標は、それぞれのつながりが不明確である。小学校理科の学習指導要領¹⁾では、第 4 学年「雨水の行方と地面の様子」についての単元目標を以下のように書いている。すなわち、「流れ方やしみ込み方に着目して、それらと地面の傾きや土の粒の大きさを関連付けて調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する」。さらに、「ア. 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。(ア) 水は高い場所から低い場所へと流れて集まること。(イ) 水のしみ込み方は土の粒の大きさによって違いがあること。イ. 雨水の行方と地面の様子について追求する中で、既習の内容や生活経験を基に、雨水の流れ方やしみ込み方と地面の傾きや土の粒の大きさととの関係について、根拠のある予想や仮説を発想し、表現すること」となっている。これでは、粒子の重なりの間隙に水が流れ込むことを学習させたいということになるが、河川の発達や地下水の存在はそれで理解できるであろうか? 河川の起源に明確に回答できる教育学部の学生は少ない。すなわち、第 4 学年では、地面に流れる雨水や雪解け水が、基盤の岩石や不透水層の地層を流れ、河川の源流となることまで学習する必要がある。それで、次の第 5 学年での「流れる水の働きと土地の変化」という単元につながる。この単元では「水の速さや量に着目して、それらの条件を制御しながら調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する」とある。「ア. 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。(ア) 流れる水には土地を浸食したり、石や土などを運搬したり堆積させたりする働きがあること。(イ) 川の上流と下流によって、河原の石の大きさや形に違いがあること。(ウ) 雨の降り方によって、流れる水の速さや量は変わり、増水により土地の様子が大きく変化する場合があること。」とある。しかし、源流で、土地の侵食や土砂の運搬を観察しない限り、中流域で観察できるのは、大雨の時に濁った川面を観察する機会の時だけである。多くの学校は、河川の中流域に存在しており、源流を身近に観察できることは稀である。さらに「イ. 流れる水の働きについて追求する中で、流れる水の働きと土地の変化との関係についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現すること」とある。これは、地形図等を用いた源流から河口までの学習、さら

に複数の河川を学習することを意味する。さらに、河川の氾濫による災害の学習が必要である。第6学年では、「土地のつくりと変化」について、「土地やその中に含まれる物に着目して、土地のつくりやでき方を多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。ア. 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身につけること。(ア)土地は、礫、砂、泥、火山灰などからできており、層をつくって広がっているものがあること。また、層には化石が含まれているものがあること。(イ)地層は、流れる水の働きや火山の噴火によってできること。(ウ)土地は、火山の噴火や地震によって変化すること。イ. 土地のつくりと変化について追求する中で、土地のつくりやでき方について、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。」とある。これらは、河川、海底の堆積物により形成される地層の学習である。なお、この単元では、補足として「これらの学習においては、自然災害についても触れることが必要」とされている。河川災害と自然の恩恵を学習させることが目的となっている。以上のように、河川の総合学習を柱にして、これら小学校第4学年から第6学年までの固体地球（地球の内部と地表面の変動）の単元学習に系統性をもたらしることができれば、個々の知識を統合してさらに深い思考力の育成になる。実際、河川の学習は、自然科学の分野を超えて、人文、社会科学までの知識を駆使した思考力、判断力を育成することが可能である。近年、河川による水害が各地で多発しており、河川の系統学習が子供達の命を守るためにも必要である。そこで、これまで行われていた小学校第4学年から第6学年における河川に関する単元学習の枠を取り除き、河川の総合学習において考える必要がある。これまで行われてきた河川学習は、校庭の水たまりや学区内の河川の中流部のみを取り扱うといった部分的な学習になっている。これらは地域の学習という枠にとらわれすぎており、河川の本質を理解することが困難である。上述したように、河川の本質を理解するためには、源流から河口までを理解することが不可欠である。河川は雨水を集めて海洋へ輸送しているのではなく、島弧や大陸の鉱物や水溶した元素(CO₂等の揮発成分)を、河口、さらに海洋へ輸送している。小学校での河川学習というのは、地層の形成や火山、そして地震といった中学校第1学年理科分野の学習と大きく関係している²⁾。高校での学習は中学校の内容が土台となっているため、中学校での学習が疎かになると、その後の学習に深刻な影響を与える。特に、科学的思考力を身に付けるためには、与えられた情報から既存の知識と照らし合わせて思考し、日常概念を超えたものを読み取る必要がある。このことから、中学校第1学年の単元は特に重要であると言える。そこへの導入として、小学校における河川の総合学習は、極めて重要である。思考力を育成するためには、具体的に河川の学習から学べることが多い。レオナルド・ダ・ヴィンチが芸術家から科学者へと大きく花開いた背景には、彼が河川の水の運動を飽きることなく観察していたこと³⁾と大きく関係がある。本稿では、埼玉大学教育学部での地学実験におけるオンライン実験で扱った河川の総合学習について解説したい。地学実験では、小学校第3学年から中学校第1学年までの固体地球の単元のオンライン教材を扱った。また、2020年7月18日に行われた科学者の芽育成プログラム⁴⁾では、地学実験でのオンライン実験をひな形として講義を行い、確かな手応えを得ることができたが、これについては別の機会に解説したい。埼玉大学教育学部での地学実験の講義内で、2020年5月17日と5月18日、6月15日と6月16日の講義において河川学習についての内容を扱った。1)河川の基本的な学習、2)河川による自然災害、3)河川がもたらす自然の恵みの3つを柱としてその手法と結果を解説したい。

表1 小・中理科地球、地球の内部と地表面の変動の単元項目

		地球
		地球の内部と地表面の変動
小学校	第4学年	雨水の行方と地面の様子
	第5学年	流れる水の働きと土地の変化
	第6学年	土地のつくりと変化
中学校	第1学年	身近な地形や地層、岩石の観察 地層の重なりと過去の様子 火山と地震 自然の恵みと火山災害・地震災害

2. 河川の基本的な学習

2-1 河川の基本的な学習

河川学習では、源流から河口まで学習することが河川を理解する上で大変重要である。どのようにして河川が発生するか、河川はどのような役割を果たすか。河川の果たす役割の一つとして、源流や上流で山や川底を削り鉱物粒子を輸送し、岩石や鉱物の成分（ミネラル）を溶け込ませ、中流、下流や河口まで運ぶ役割が挙げられる。この働きによって河川の中流域や河口にも恩恵をもたらしている。しかしそのような河川に対して、治水のため、ダム建設や川底・堤防をコンクリートで固めている。河川が源流から河口までに果たす役割を理解することができれば、河川におけるダム、堤防、河底の工事の問題は極めて明確になる。特に、人口減少が始まっている日本での長期的な補修による治水計画を考えると、自然の恩恵を受けつつ、河川と共生することが近い将来重要となる。以上の学習を行うためには、地域の河川中流域での観察では明らかに不十分であり、衛星写真、オンラインデジタル地図 Google Earth⁵⁾、国土地理院による地理院地図(電子国土web)⁶⁾、NHK for School 理科等の動画を用いた ICT 教育を組み合わせることが不可欠である。

2-2 オンライン教材を用いた河川の基本的な学習

上述した河川の基本的な学習のために、河川を源流から河口にかけて直接観察することはもちろん望ましいが、Google Earth 等の衛星画像を利用することによって、実験室内でも十分な解析が可能である。解析例としては、まず河川が流れる地域全体を Google Earth の衛星画像、地図によって山間部や都市の発達との関係を理解する。次に、河川の源流域の地形と地質の解析と治水ダムの有無を確認し、中流地域では河川域の土地の利用（耕作地か住宅地）と人口堤防や川の人工的な改修、つけかえ、そして河口地域の地形とその周辺の干拓等による都市開発の関係を解析する。このような解析から、河川全体を総合的に観察することができる。また、NHK for school の動画学習教材も十分に活用するのが有効である。NHK for school とは、無償で利用できる学校向けのコンテンツである、理科だけではなく、全ての教科のコンテンツを閲覧することができる。ここでは、先生向けのページにアクセスすることができ、学習指導要領の内容から教科や学年に合わせて利用したい教材を選択することが可能である。本稿では、河川学習においての活用例を簡潔に解説したい。小学校学習指導要領において、河川の主な学習は第4学年や第5学年で行

われる。NHK for school の先生向けのページから学習指導要領の該当する学年と単元を選択すると、条件に合わせたコンテンツがピックアップされる。小学校第5 学年理科の生命・地球分野の「流れる水の働きと土地の変化」の単元を選択すると、河川の流れやそのはたらきなどのコンテンツが多数ピックアップされる。数多いコンテンツの中でも、黒部川を扱った学習教材は大変優れている。この学習教材は、黒部川の源流・上流から中流、そして下流までが一貫して取り上げられており、河川の本質を理解することが可能である。また、それぞれの地域における河川の働きを学習できる点においても大変優れていると言える。

埼玉大学教育学部の地学実験では、受講学生にNHK for school 理科地球（地球内部と地表面の変動）に関する動画（河川、地層、火山、地震、防災、自然の恵み等）の学習をしてもらった後に、各単元の範囲の教科書を読み返してもらった。そして、動画学習教材から得られる内容を教科書から補足して、講義内容を単元指導案として整理するという課題を与えた。その結果、小学校学習指導要領や小学校理科の教科書と先述のオンライン学習教材とを考慮して深く解析する学生もいれば、中には数行の感想のみ記述する学生もいた。動画と教科書の構造関係が明確になっている学生が存在する一方、自己学習の側面が強い課題に対して、受動的な学生も多いという課題が浮かび上がった。

3. 河川による自然災害

河川による自然災害に関しては、小学校理科の学習指導要領解説書において、第5 学年理科、地球、地球の内部と地表面の変動の単元「流れる水の働きと土地の変化」において「日常生活との関連としては、長雨や集中豪雨をもたらす川の増水による自然災害に触れるようにする」とある。しかし近年、台風や梅雨に伴う集中豪雨が原因の河川氾濫による水害が毎年のように起こっており⁷⁾、災害に対する備えを含めた深い学習が必要である。教科書やNHK for school 理科の動画教材では、過去の水害の写真や映像を扱っている。これらの水害事例は、科学的に十分検証されたデータが提示されているが、自分たちに起こりうる水害として理解するには不十分である。なぜならば、具体例を一般化、抽象化した上で、さらに自分たちの身近な災害として具体的に推定、想像する思考力が要求されるからである。そこで私たちは、最新の水害データを解析して学習する方法を提案したい。様々な方法が考えられるが、ここでは、国土地理院による地理院地図(電子国土 web)⁶⁾を活用した水害の解析ソフトを用いたオンライン実験を説明したい。国土地理院の地理院地図では、過去の水害だけでなく、数週間前に起きた水害に関する情報も更新されており、浸水推定区域とその浸水深（浸水した深さ）を解析することができる。ここでは埼玉県内の学校における授業を想定し、埼玉県内を流れる荒川に焦点を当てた解析を簡潔に解説したい。まず、地理院地図で標準地図を開き、埼玉県の荒川流域を指定する。次に、地図を選択するインデックスから「近年の災害・台風豪雨等」を選択し、河川による水害の浸水状況を解析することができる。現時点での地理院地図では、「令和2 年7 月の豪雨災害」から「平成17 年の台風災害」まで遡ることが可能である。荒川流域で起きた災害としては、令和元年東日本台風による水害が記憶に新しい。「地図」から、「近年の災害」→「台風・豪雨等」→「令和元年東日本台風」→「浸水推定段彩図」と検索を進めて、この災害の荒川水系における浸水推定段彩図」を選択すると、荒川流域で起きた浸水状況を解析することができる(図1)。



図1. 荒川水系における川越市周辺の浸水推定段彩図

出典：国土地理院ウェブサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>)

また、地理院地図では土地の高低差を理解することができる地形断面図を作成することが可能である。例えば、「ツール」→「断面図」を選択して、図2のように河川を挟んだ地形断面図を作成することができる。この作業により、なぜその地域で河川が氾濫するか？どのように氾濫するか？を解析することができる。

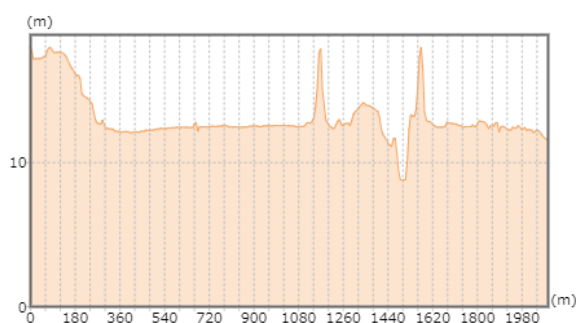


図2. 河川(川越市周辺の荒川水系)を挟んだ地形の断面図
地点は図1に示す。

出典：国土地理院ウェブサイト (<https://maps.gsi.go.jp/>)

このように国土地理院の地理院地図を活用することにより、水害が発生する原因や水害が発生する可能性のある地域などを学習する事が可能である。2020年7月18日に行われた埼玉大学科学者の芽育成プログラム⁴⁾講義のタイトル「河川のはんらんについて考えてみよう」では、2020年7月4日に起きた熊本県球磨川の水害の解析をオンライン講義で行なった。このように、講義日程直前に起こった河川水害のデータ解析をオンラインで行うことも可能である。

また、事後学習資料として、国土交通省の資料⁸⁾を用いた。国土交通省は2005年に河川事業に関する優れた解説書⁸⁾を作成している。この解説書では、日本の河川の現状と課題をまとめており、河川災害の特徴、災害対策を詳細に解説してある。

4. 河川がもたらす自然の恵み

4-1 河川がもたらす自然の恵み

河川の学習は、河川の形成、水輸送や水害だけでなく、河川の恩恵についても含まれている。中学校理科の学習指導要領において、第1学年の地球（地球の内部と地表面の変動）では、「自然の恵みと火山災害、地震災害」、第2学年の地球（地球の大気と水の循環）では、「自然の恵みと気象災害」の単元で自然の恩恵について学習することとなっている。河川は、人類を含む生態系に様々な恩恵をもたらしている。特に日本の食文化の特徴は、河川の恩恵によると言っても過言ではない。例えば、雪解け水と自然の恵みの関係は既に多くの研究者からも紹介されている⁹⁾。まず、日本の河川の特徴を説明したい。日本の河川と世界の大陸地域の河川の特徴は、図3に示される通り、大きな違いがある。すなわち。日本の河川は短く、山地から河口まで一気に水が流れ出る。つまり、日本列島は、日本アルプスのような険しい山地を源流とする河川が多数存在し、長さが短く急勾配であるという特徴を持っている。一方、セーヌ川、コロラド川のように、大陸地域の河川は、山地の源流から河口まで長く、特に中流以降が緩やかである。

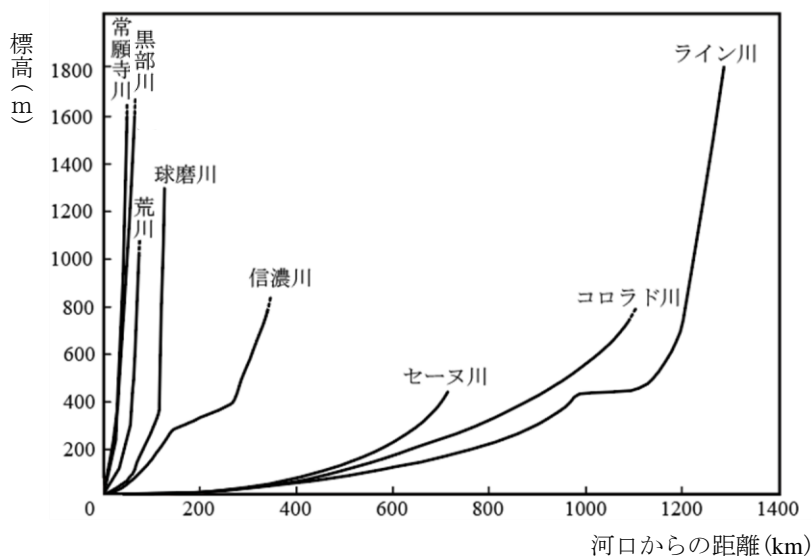


図3. 日本と世界の河床勾配の比較

出典：巽(2014)、国土交通省 水管理・国土保全HPより改変。

このような日本列島のような島弧と大陸地域の河川の違いは、それぞれに異なる自然の恩恵をもたらしている。例えば、富山県を流れる黒部川は、河川の源流から河口までの高度の差と長さの比率が最も高い河川の一つである。黒部川の場合、日本アルプスの雪解け水は、上流から一気に富山湾まで流れ込む。そのため、イカ（ホタルイカ）をはじめとする魚介類が雪解け水の恩恵を受けている。これに対して、日本で最も長い河川である信濃川は、日本アルプスの雪解け水が、中流域でゆっくり流れるという特徴がある。そのため、農作物、特に米作が雪解け水の恩恵を受けており、コシヒカリに代表される日本有数の米作地として知られている。河川は、ただ単純に源流から河口まで雪解け水を流しているだけではない。なぜならば、日本の河川水は、世界の河川と比較すると軟水⁹⁾であり、こ

の軟水であることは日本の食文化と深く関係しているからである。これに関して、既に多くの研究者によって報告されているが、軟水と硬水では出汁の取り方やうまみが異なるということが解明されている。特に、神戸大学巽好幸教授の著作では、日本の地質がいかに関係しているかについて見事に述べられている⁹⁾。すなわち、日本の河川水の特徴が、和食を食文化（ユネスコの無形文化遺産）として人類に恩恵を与えるところまで発展している⁹⁾。次章では、河川水のもたらす恩恵として、軟水である日本の水と出汁の関係に関する簡単なオンライン実験について述べる。

4-2 軟水と硬水を用いた出汁の実験

埼玉大学教育学部の地学実験では、軟水と硬水を用いた出汁の実験から、日本のような島弧と欧米のような大陸地域でそれぞれ独自に発達した自然の恵み（食文化）を示した。実験では、軟水と硬水を用いた出汁について動画を含んだパワーポイント形式のファイルとしてまとめたが、本稿では静止画像を用いて概略を示したい。水の硬度とは、水 1L 中に含まれるカルシウムとマグネシウムの量を炭酸カルシウム量に算出した数値である¹⁰⁾。世界保健機構（WHO）のガイドラインでは、硬度が 0～60mg/L 未満が軟水、60～120mg/L が中程度の軟水、120～180mg/L が硬水、180mg/L 以上が非常な硬水とされている¹¹⁾。また、日本の通例では、100mg/L 以下を軟水、100～300mg/L を中硬水、300mg/L 以上を硬水としている¹¹⁾。沖縄は硬水から軟水、関東地方や九州の一部は中硬水であるものの、日本の水のほとんどは、軟水である⁹⁾。この実験では、日本の河川水の特徴づける軟水と大陸地域の河川水の特徴づける軟水の出汁の関係を比較するために、硬度の異なる 2 種の市販のミネラルウォーターを用いた。市販のミネラルウォーターは、南アルプス天然水（硬度 30 mg/L、軟水）と évian（硬度 304 mg/L、硬水）である。試料水のミネラル含有量、硬度を表 2 に示す。

表 2 試料水のミネラル含有量、硬度（メーカー表示値）

試料水	100mlあたりのミネラル含有量(mg)				硬度 (mg/L)
	Na	Ca	Mg	K	
南アルプスの天然水	0.4～1.0	0.6～1.5	0.1～0.3	0.1～0.5	30
évian	0.7	8.0	2.6	—	304

そして、それぞれのミネラルウォーターで日本と欧米、それぞれの食材で出汁を取り、違いを比較した。和食では、昆布出汁が最も特徴的である。これに対して欧米料理では動物性出汁が一般的である。そこで、本実験では、昆布と豚肉を用いて、軟水、硬水で出汁をとった。

まず昆布出汁の実験を解説したい。この実験は、著者の 1 人、三上によって行われた。実験試料としては、市販の北海道尾札部産切り出し昆布を用いた。第 1 の実験方法として鍋にいた軟水、硬水それぞれ 300ml に対して昆布 6g を投入し、弱火で煮詰め、沸騰直前に加熱した。この時の様子とお汁の味を比較した。以下に実験結果を示す（図 4）。



	軟水	硬水
煮出す様子	 気泡は観察されない。	 気泡が観察される。
出汁の色	透き通っている。	濁っている。
出汁の味	雑味がなく上品な味。	雑味がある。
その他	ほのかに磯の香りがする。 出汁を取った昆布をかじると柔らかい。 ヌメリはない。	磯の香りがする。 出汁を取った昆布をかじると少し硬さが残る。 ヌメリがある。

図4. 昆布出汁(煮出す)の実験結果

軟水で煮出すと気泡は観察されなかったが、硬水では気泡が観察された。気泡発生の原因は、煮出すことではなく、水の硬度に関係するのかもしれない。そこで、第1の実験では昆布を煮出して出汁を取った。しかし昆布出汁を取る方法として水出しで出汁を取る方法もあるため、沸騰をさせずに水に浸して出汁を取る第2の実験を行なった。実験方法としては、軟水、硬水それぞれ100mlに対して昆布2gを投入して3時間程度浸しておき、その様子と味を比較した。図5に実験結果を示す。



	軟水	硬水
煮出す様子	 気泡は観察されない。	 気泡が観察される。
出汁の色	透き通っている。	透き通っている。
出汁の味	あっさりとした上品な味。	雑味がある。
その他	少し磯臭さが残る。 出汁を取った昆布をかじると柔らかい。	磯臭さが残る。 出汁を取った昆布をかじると少し硬さが残る。

図5. 昆布出汁(水出し)の実験結果

上記の2つの実験において昆布だしにヌメリがあることが観察された。この正体はアルギン酸やフコジンといった水溶性の食物繊維であると考えられる¹⁰⁾。また、磯の香りの原因として、硫化ジメチルであることが分かった。この硫化ジメチルは、昆布だしのアクや気泡の正体であると考えられる¹⁰⁾。

次に、豚肉を用いて出汁を取る第3の実験を解説したい。この実験は、著者のうち、大塚によって行われた。実験試料として、市販の豚肉と上記の実験と同様のミネラルウォーターを用いた。実験方法としては、水300mlに対して豚肉100gを投入した後に20分程度煮込み、その様子と味を比較した。図6に実験結果を示す。


	軟水	硬水
煮出す様子	 気泡は観察されない。	 気泡が観察される。
出汁の色	透き通っている。	透き通っている。
出汁の味	味がうすい。	味が濃い。
その他	若干油の量が多い。	豚臭さがない。 油が少ない。

図6. 豚肉を用いた出汁の実験結果

そもそも灰汁とは、タンパク質・脂質及び無機質から生成され、筋肉の内容物のうち繊維を除く溶液の部分に含まれるタンパク質である¹²⁾。そしてタンパク質には、適切な硬度の低イオン強度溶液に多量に溶解するという性質がある¹²⁾。このことから、今回の実験では、硬水の硬度はタンパク質が溶解しやすい状態であり、タンパク質が熱によって変性かつ硬水中のCa等と結合し、灰汁とともに豚肉の雑味を抽出されたと考えられる。

上記のような昆布出汁と豚肉を用いた出汁の実験から、日本と世界の河川について考察していく。日本の地形の特徴は、山地が多く急な斜面であるため、河川は上流から下流へ短時間で一気に流れる。また、日本の地質は火山地帯であり、Ca等が少ない。これらのことが起因して、日本の河川は軟水の性質を持つ。対してヨーロッパなど欧米の河川は硬水である。このことはヨーロッパの地形と地質が関係している。ヨーロッパは平坦な大地が広がっており、河川は上流から下流へ長時間かけて流れる。そしてヨーロッパは大陸形成過程において昔は大陸棚であったから石灰岩質の地層が多く、Caを多く含むことが挙げられる⁹⁾。

このように和食という食文化が形成された背景には、日本の地形が大きく関係している。日本において獣肉をあまり食べなくなったのは、仏教の普及などの宗教的な理由もちろんあるが、日本の河川が軟水で灰汁が出やすいことも大きな理由である⁹⁾。また、島弧である日本は魚介類が豊富であるため、獣肉よりも魚介類を使った料理が発展していったと考えられる。明治以降は獣肉を使った料理も発展し、ヨーロッパなどの大陸地域の食文化が特に日本の内陸でも定着していった。

5. まとめ

本稿では、埼玉大学教育学部における地学実験での成果を基に、オンライン教材を用いた河川の総合学習を、1)河川の基本的な学習、2)河川による自然災害、3)河川がもたらす自然の恵みの3つを柱として解説した。このような河川の総合学習を柱にして、固体地球の学習に系統性をもたらすことができれば、個々の知識を統合してさらに深い科学的思考力の育成になる。本稿で解説した軟水と硬水を用いた出汁の実験において、昆布出汁について知らない学生も多く見られた。この要因については、関東地方の河川が中程度の軟水であるために、昆布出汁を用いた食文化があまり発達しなかったと考えられる。これは、埼玉を含む関東圏が中硬水であることや江戸時代以降の食文化とも関係している。昆布出汁、豚肉を用いた出汁の実験に加えて、鰹だしについての実験を取り入れることは、興味深い。しかし地球や理科の学習範囲を十分超えていることに留意する必要がある。

謝辞

本稿で解説した実験は、2020年度前期に埼玉大学教育学部理科専修の地学実験及び2020年7月18日に開講された埼玉大学科学者の芽育成プログラムでの講義「河川のはんらんについて考えよう」(担当教員：岡本和明)で実際に行われた実験の成果をまとめたものである。本研究をおこなうにあたり、埼玉大学教育学部理科専修の2年生、埼玉大学大学院理工学研究科・科学者の芽支援室から実験講義への支援を頂いた。

引用文献

- 1) 文部科学省 (2018) 小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 理科編.
- 2) 文部科学省 (2018) 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 理科編.
- 3) 佐倉香 (1999) レオナルド・ダ・ヴィンチの自然観察と芸術—「水」のモチーフに見る独自性について, 文教大学紀要, 13, 75-122.
- 4) 埼玉大学, 科学者の芽育成プログラム「河川のはんらんについて考えてみよう」(実施日:2020年7月18日).
<https://www.mirai.saitama-u.ac.jp/>
- 5) Google, Google earth.
<https://www.google.co.jp/intl/ja/earth/> (最終閲覧:2020年9月4日)
- 6) 国土交通省, 国土地理院ホームページ, 地理院地図(電子国土 web).
<https://maps.gsi.go.jp/> (最終閲覧:2020年9月7日)
- 7) 国土交通省, 国土交通省水管理・国土保全局ホームページ, 水害統計調査.
https://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/suigaitoukei/index.html(最終閲覧:2020年9月4日)
- 8) 国土交通省河 (2005) 川事業概要 2005, 3-17.
- 9) 巽好幸 (2014) 「和食はなぜ美味しい」岩波書店.
- 10) 青木央 (2007) 総説特集: 伝統食品の化学—ルーツ、おいしさ、機能—7, 昆布の健康機能成分—アルギン酸とフコダイン, 日本味と匂学会誌, 14, 145-152.
- 11) 坂本真理子・河野一世・熊谷まゆみ・赤野裕文・畑江敬子 (2007) 水の硬度が煮出し汁の嗜好性と溶出成分に及ぼす影響, 日本調理科学会誌, 46, 427-434.

12) 鈴野弘子・石田裕 (2013) 水の硬度が牛肉、鶏肉およびじゃがいもの水煮に及ぼす影響, 日本調理科学会誌, 40, 161-169.

(2020年9月30日提出)
(2020年10月30日受理)

Online Experimental Class in Geoscience for Development of Scientific Ability: River Characteristics, Flood Disasters, and Blessings from Nature

MIKAMI, Yuka

Graduate School of Education, Saitama University

OTSUKA, Yukari

Graduate School of Education, Saitama University

ERDENE, Ochir Ariunbuyan

Graduate School of Education, Saitama University

OKAMOTO, Kazuaki

Faculty of Education, Saitama University

Abstract

This paper reports how to educate river characteristics, flood disasters and blessings from nature in online-geoscience-class. Japanese Islands are characterized by rivers which flows from high mountains to the river-mouth with steep streams, and suffers floods caused by heavy rains. Therefore, river educations are important in science class at school. It is required to learn water flow and river from 4th to 6th grades in Japanese primary school. However, field observation of rivers is limited in nearby area from school. It is necessary to observe from head stream in steep mountain, to river mouth in bay area. Online experimental class is quite useful and powerful tool to teach the essence of river to school children. Based on courses of study (determined by Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan), we propose online experimental classes for river as follows.

- 1) birds-eye-view observation using satellite image in google earth, and video learning program (NHK for school, rika)
- 2) updated geo-hazard map (geographic information system map- natural disasters caused by rivers)
- 3) demonstrating simple boiling experiments using hard water and soft water how to make tasty Japanese and European dashi (soup stock).

In the 3), we used kelp and pork with the mineral water (hard water and soft water). The soft water is dominant as Japanese mineral water, especially in Kansai region. Because the soft water does not contain enough calcium to rid soup of the harshness caused by animal meat, dashi (e.g. kelp stock) plays significant role in *washoku* (Japanese cuisine). Besides, the soft water extracts umami whereas certain amount of minerals in the hard water seal the surface the umami gradients. On the other hand, strong smell of meat and poultry can be removed as scum when boiled in the hard water. Therefore, pork soup stock is better for the hard water. Thus, the dashi (kelp stock) is blessing from Japanese soft water from rivers.

Keywords : science course of study in primary and secondary schools, solid earth, systematic study of rivers, GSI Maps, disaster prevention learning, blessing of nature, hardness of mineral water from Japanese rivers, characteristics of Japanese cuisine (*washoku*)