

指導者向け野外防災教育研修プログラムの開発

—土石流を中心として—

Development of Outdoor Disaster Prevention Education
Training Program for Instructors

— Focusing on Debris Flow Disasters —

岡田大爾

Daiji OKADA

井山慶信

Yoshinobu IYAMA

越智秀二

Shuji OCHI

『広島国際大学 教職教室 教育論叢』

“*Hiroshima International University Journal of Educational Research*”

ISSN:1884-9482

第 12 号 抜刷

Off Print of the 12th Edition

広島国際大学 教職教室

Issued by Hiroshima International University Teacher Education Unit

2020 年 12 月

December, 2020

指導者向け防災教育研修プログラムの開発

—土石流を中心として—

広島国際大学 教職教室

岡田大爾

広島国際大学 健康科学部医療経営学科 井山慶信

広島県防災アドバイザー

越智秀二

要旨：これまで土石流で多くの犠牲者が出ているものの、土石流を科学的に考察する学習は皆無に近かった。そこで、土石流の危険性の察知と安全確保を担う指導者向けの研修プログラムを次のように3点開発した。①地形・地質を調べてその場所の安全性と危険性を考える研修プログラム。②溪流において土石流災害の規模や過去の土石流災害の回数、原因、今後の可能性について考える研修プログラム。③溪流だけでなく、山腹を含めて山全体の土石流災害の危険性について考える研修プログラム。そして、これらの研修プログラムの妥当性について研究者、小学校教員、将来学校や地域の指導者となる大学生を案内して議論を行った。その結果、学習者集団が土石流災害のメカニズムや防災の方法を科学的に考えて発見し、災害リスクを科学的に判断して安全に対処しようとする信念を持つようになるという教育効果とともに理科や社会(地理)科のカリキュラムとの整合性等の検討課題が判明した。

はじめに—問題の所在—

毎年のように多くの人命を奪ってきた土石流被害を繰り返さないようにするため、筆者らは2014年広島土砂災害と2018年西日本豪雨の被災地やその周辺を回って住民に地域の土石流の危険性と安全確保の説明を行うとともに防災教育の一助とすべく論文を公表してきた^{1~6)}。1907年に土石流で44人が死亡した広島県坂町ではその水害を伝える石碑(図1)が生かされず、2018年の西日本豪雨で砂防ダムが崩壊し、16人が



図1 生かされなかった石碑(朝日新聞)⁷⁾

なくなりました。西日本豪雨では、河川の氾濫や土砂災害が相次ぎ、200名を超える死者・行方不明者を出すなど甚大な被害が発生した。この豪雨が起こる前、気象庁では「大雨特別警報」を発令して記者会見を開き、テレビやラジオを通じて災害発生危険があることを呼びかけていた。しかし、「駐車場の車に乗った」も含めた水平避難者は、11.7%で大変少なかった。しかも、被災者310人に対してNHKが行なったアンケートで、「最初に避難するきっかけは？」の問いに対し、1位「周辺環境の悪化」(33.5%)、2位「人からの声掛け・近隣住民の避難」(31.8%)、3位「防災無線」(7.4%)で、「テレビ・ラジオ」がきっかけで避難を決意した人は4.5%と非常に少なかった⁸⁾。テレビ・ラジオの早期の呼びかけ等では避難せず、周囲で浸水や川の氾濫、土砂災害が発生する等「周辺環境の悪化」後に避難したため被害が拡大した。そして、広島土砂災害や西日本豪雨以降の令和元年大雨、令和元年東日本台風、令和2年豪雨の各災害でも警報発令後も身に危険が差し迫るまでは多くが避難を決断しないという状況が続いている^{9~17)}。しかしながら、土石流災害の危険性を科学的に

察知する力を伸ばす野外研修会は皆無に近い状況が続いている。

1. 研究の目的

図2にも見られるように同じ被災地域でも谷沿いの住宅は土石流の直撃を受けて破壊されたものの、尾根沿いの住宅は破壊を免れた。将来自宅を建てる時に不動産業者の説明だけでなく、上流側を見て過去の土石流の跡を判別できれば、大きな犠牲を防ぐことが可能である。また、科学的な知識や判断力がないと、他者に言われても正常性バイアスの影響で避難しないことや旅先では危険箇所情報の正確な把握や近所の人々の声掛けが期待できず、避難しにくいことが問題である。そこで、科学的に状況判断できるようにすることでいつでもどこでも危険性を察知して行動できることが必要と考えられる。



図2 谷沿いが破壊(中国新聞社)¹⁸⁾

小中高生や地域の人々が科学的に考え行動できるようにするためには、まず、指導者側が野外で科学的に見る目を養い、本当に実感して、それを本気で伝えたいと強く思うことが重要と考えられる。まず、指導者(学校や社会教育の指導者を志望する学生を含む)に傾斜が緩やかに見え、起こりそうにない場所で発生した大規模な土石流災害を見せて、その規模の大きさと発災時に逃げられない恐怖の実感や災害から必死で命を守る工夫を本気で考える経験をさせる事が最も有効で、自ら対策を実践しようと考えられる。そこで、本研究は、土石流の規模・スピード、危険性の増大等を察知し、確実に回避する方法を考えることの重要性を認識できる研修プログラムの開発を目的とする。

2. 研究方法

次の方法で研究を進めていく。

- 1 候補地を岡田・越智・井山で3回調査し、土石流の危険性を科学的に考えることの重要性を認識させる研修プログラム(観察コースと観察内容・討論内容が一体化したもの)を決定する。
- 2 教育研究者(7名)、学校教員(4名)や将来学校・社会教育志望学生等の中から希望者に研修プログラムを体験してもらい、評価を受けて改良する。

3. 研究結果

広島県の花崗岩地帯は2018年西日本豪雨で多くの地域が土石流災害に巻き込まれた。その中で、東広島市黒瀬町の前平山は、ハザードマップの危険地域に指定されていないくらい緩傾斜であったが、最大級の土石流が発生した。災害の危険性がないと思われていたものの発災した場所を詳細に調査した結果、安全性と危険性を科学的に学ぶ野外防災研修の適地と判明し、以下の3つの研修プログラムを設定した。

3.1 研修プログラムⅠ

大きな2つの土石流（図3の①②）とも前平山南麓の広島国際大学の手前で急に左右に曲がり、大学の建物内への流入被害を免れた（図3）。これは、大学を建設するときに、土石流の通り道を予測して尾根を削って大学の敷地(A)を整備し、谷の低い部分を避けて離れた場所(B)に学生寮を建てたことによる。

さらに、10本ある高圧線の鉄塔が全く被害を受けていないことがわかる。これは鉄塔を建てる時に事前の地質調査で岩盤がしっかりとしていて、かつ土石流災害等に遭わない場所に設置していることの見事な証明となっている。これらの現象を学習者に見せ、科学的に考えることの重要性を認識させることができるものと考えられる。これらは、図3の①②の土石流跡から見る方法と、広島国際大学の7階以上の高さからみる方法がある。

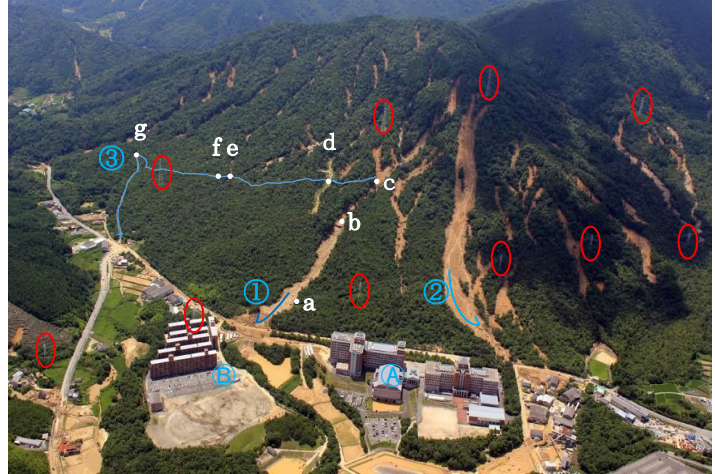


図3 大学手前で曲がった土石流:朝日航洋(2018)¹⁹⁾に加筆

3.2 研修プログラムⅡ

図3①の土石流地域を観察するコースでは、下側の厚さ約2mの2つの治山ダムは、完全に破壊され、新たに厚さ約4mの大きな治山ダムが造られた（図4）。丈夫になったため直径2m以下の岩なら破壊されにくいと考えられる。少しずつ砂泥がたまっているが、まだ満杯になるまでは時間がかかる。ただし、満杯になると土石流を全く食い止められなくなるのでそうなる前にたまった土砂を取り除く必要がある。2018年に大規模土石流が発生し、逆に現在はこれより上流側に直径2mくらいの大きな礫も少しあるが、2018年の土石流でほとんど土砂がなくなってほとんどたまっていないため、しばらくは土石流が発生しそうにない。たまっている量を定期的に監視することで土石流の危険性を予測可能である。



図4 新設の大型の治山ダム



図5 過去の土石流がわかる壁

図5の壁（図3のa地点）の青線より上の層は明らかに土石流1回分の堆積の様子を表している。また、図5の写真の左側半分には明瞭に青線より下で黒線より上に土石流1回分の層が見られる。赤白の棒付近の青線の下や黒線の下は粘土層で大きな礫を含む土石流とは異なる比較的穏やかな水流の堆積物である。そのような地層を一部削りながら急に直径数10cmの大きな石と砂泥が混在する淘汰が悪い層があり、これらは通常の水流による粒の大きさがそろった堆積物ではなく、明らかに急激な水の増加で細粒の砂泥と大きな礫と一緒に流れる土石流



図6 ダムの破碎と両壁の侵食



図7 壁の削剥と倒木

の堆積物であることを示している。さらに一気に流れた土石流が黒線と青線の側に2回はあることがその下の粘土層を削っていることから分かる。

上側の5つの治山ダムはすべて両翼が破壊され、現在もダムの底が全て埋まっている。しかし、それでもないよりは傾斜を緩くする効果があるため、そのまま残されている(図6:図3のb地点)。側面の表面が削られた跡や木が倒れた位置、木の皮が削られた跡、



図8 皮がはがれ、枝が掛かる

枝が引っ掛かった位置(図7、8)からおよその土石流発生時の最大限の高さが推測できる。合わせて横幅や深さを見ると大変な量の土石流が流れ下ったことがわかり、これを参加者に実感させることができる。そして、この大変な量の土石流が一気に流れ下り、そのスピードも考えると流下方向と直角に移動しても土石流から逃れることは相当難しいことがわかる。そのため、あらかじめ溪流を中心に直径が大きく異なる淘汰の悪い礫がないか、周辺の地層等に過去の土石流の跡がないかを調べ、さらに土石流の可能性のある地域では、土石流発生に備えて土石流の流路への居住を避けるとともに十分な距離をとる事、道路等が寸断されても食料や水等が確保可能な方策を立てる事を徹底する必要があることに気が付くようにすることが可能と考えられる。

さらに上側には北東-南西系や東-西系の断層、節理が多数あり、周囲の花崗岩の風化がかなり進んでいた(図9:図3cの地点)。この無数の断層により地下水が花崗岩内に入り込み、地下水の凍結による隙間の拡大という物理的な作用や花崗岩の中でも風化がすすみやすい長石が粘土化する化学的作用が促進され、風化が急速に進んだものと推測される。図8のように断層付近の花崗岩の風化が大変激しく、完全な真砂や土に風化が進んでいる事から様々な方向の断層が繰り返し発生したことでもろくなった風化花崗岩がさらに結晶同志の境界の細部にまで水が浸透したものと考えられる。この上部の無数の断層による花崗岩の著しい風化がハザードマップにも危険地域に指定されていなかったゆるい傾斜地で大規模な土石流が発生した大きな原因の1つと考えられ、土石流のもとがたまっていないか確認する必要がある。



図9 北東南西系(左)と東西系断層(右)

3.3 研修プログラムⅢ

図3③のコースは林道が整備され、県道からの入り口から半分くらいまでアスファルトで舗装され、かつては①や②の谷を越えて高圧線の鉄塔の建設等で活用されていた。2018年西日本豪雨で前平山の沢はすべてと言ってよいほど土石流が発生(図10:図3のd地点)し、直径1m以上の岩も少なくない。また、沢以外にも山腹全体が直径数10cmの石が覆われ(図11:図3のe地点)、石が流されてきていることが推測され、さらに進んでいく



図10 沢に1m以上の石



図11 山腹全体に中礫



図12 道に地下水湧出



図13 舗装路を破壊

と地表から見えにくいですが、表層近くを流れる、数10cmより浅い所を流れる地下水が道路の山側斜面から大量にあふれ出して道路を下り(図12:図3のf地点)、アスファルトの舗装の下や上に石がめり込むようにして舗装を破壊し、舗装道路であっても車で通行がかなり難しい状況である。これらの状況から西日本豪雨の際にはこの舗装道路を破壊するほどの水が斜面から供給され、斜面全体を直径数10cmの石が覆うことから、沢だけでなく山腹斜面全体をかなりの水と石が流れ下ったものと考えられる。

4. 研修コースの教育的意義と活用に関する議論

教育研究者や教員、及び学生に図3の写真を見せると、土石流が大学の直前で急にまがっていることや高圧線の鉄塔が立っていることに気づいた。それらの理由も数回の議論で大学や高圧線の鉄塔が安全で高い場所に立っていることに気づき、科学的に考えることの大切さを実感し、大変感心していた。

同様に図5の壁(図3のa地点)を現地で見せ、気づきを聞くと、次の2点が述べられた。

ア：礫の大きさが不ぞろいで川の流れてではなく、一気に流れた土石流の跡と思う。

イ：過去2回以上の土石流があったと思う。

上記2つのうち、小学校教員と学生は、アについてはヒントを出すと気が付いた。

また、図6(図3のb地点)の場所で土石流がどのくらいの高さまで押し寄せたと考えられるか聞いて、その根拠も尋ねた。参加者に自由に発言させ、反論を含めて議論させると以下の気づきが述べられた。

ウ：壁が削られて木が生えていない高さまで

エ：木が倒れている高さまで

オ：木の枝や根が引っ掛かっている高さまで

カ：木の皮が削られている高さまで

キ：深さは最大10m、幅は最大30mくらいまで

図9の断層については、地学教育の研究者は、こちら側から何も言わなくても、断層の存在やその方向が北東-南西系と東-西系の2種類あること、その断層によって断層付近の花崗岩の風化が著しく進んでいること等にすぐ気が付いた。しかし、小学校教員や学生は、割れ目には気が付いたものの、それが断層とまでは気が付かなかった。さらにこのことが花崗岩の風化を急速に進め、前平山南側山麓のようにゆるい傾斜の場所においても、大量の地下水を含んで大規模な土石流を発生したことにつながったことの推測には至らなかった。そこで、ヒントを出しながら、導いていった。その結果、両者とも最終的に自分たちが専門家のヒントも活用しながら自分で発見できたことを喜んでいた。このように小学生～高校生に教育する場合においてもTV等で聞いたことがある断層を使って、地面がずれ、強い力で岩石が破壊されて、風化が進み、もろくなっていることに触ることで理解できることからヒントを出しながら、土石流が発生した原因にまで考えさせたいという結論に達した。

小学校の先生方は、図10(図3のd地点)や図13(図3のe地点)の状況については、それぞれ、図

14 のように自分たちを入れて写真を撮りながら、小さな土石流でも直径 2m 近い大きさの石が流されてくることや、図 15 のようにアスファルト舗装が剥がされたり、破壊されたりすることに驚いたことを児童にぜひ実際に見学させて土石流のパワーを実感させたいと発言された。しかし、



図 14 怖さを伝える写真 図 15 破壊に驚く様子

たまたま、その後③のコースの途中でスズメバチに遭遇したことで道が寸断された図 10 の地点を小学生が歩いて渡る時の安全性確保を考慮し、コース①②のみにして③については、小学生には写真を使って教室で伝える方がよいとの結論に達した。

5. おわりに

多くの被災者が正常性バイアス等の影響でなんとかなるだろうと思ってしまい、身に危険が迫るまでなかなか避難しなかった現状を改善するため、さらに、防災教育で学習した場所とは遠く離れた見知らぬ地域で将来キャンプや旅行をしたり、家を建てたりする際にも活用できる力の育成を目指して研究を行ってきた。野外で土石流災害の危険性と安全確保の方法を科学的に考察するため、指導者向けの 3 つの研修プログラムを設定し、研究者、元中学・高校の理科教員、小学校教員や将来学校や地域の指導者となる大学生の野外研修を行い、議論を行った。

その結果、①②③のプログラムともそれぞれのテーマに沿って自分たちで土石流災害のメカニズムや防災の方法を科学的に考えて発見し、災害リスクを科学的に判断し、安全に対処しようとする信念を持つ科学的に考え、発見でき、信念を持つようになるという教育効果についてはほぼ全員がそのことの実感を述べ、賛同した。特に、野外研修によって土石流の規模やパワー、そしてとても逃げ切れない危険性を感じ、実際の自分たちの認識を塗り替え、防災意識が大きく向上した参加者がほとんどであった。

その一方で、理科や社会科で、典型的な地域のがけ崩れや土石流等の写真が教科書に掲載される場合もあるが、小学生のほとんどが、雨天時の校庭での水のしみこみ方や表面の水の流れを学習するだけであり、毎年大きな被害をもたらす土石流等の自然災害の防災教育と理科や社会(地理)科カリキュラムとの整合性等の検討課題が判明した。

また、図 4 のダムの上側の水たまりにできた三角州や自然堤防のミニ地形モデルは学校では作りにくい大規模な河川地形のモデルとしても価値がある。これらを使うことで、河川が長い年月で造った地形が非常にわかりやすく、かつ水害で大きな被害があった岡山県倉敷市真備町等で天井川による内水氾濫や外水氾濫の危険性が常に存在する地域があることから、ここで見られる自然堤防等の地形の学習が、天井川に発展する自然地形と防災教育との関係も学習可能である。そこで、これらの微地形モデルを含めて今回の防災教育の研修プログラムのオプションとしてさらに教材づくりを行いたいと考えている。

今後とも、学習者、指導者ともに実感を伴い、科学的に自然災害と向き合い、自分自身や人の命を救うことができる次世代のリーダーを育成する防災・減災教育を実現できるように努力していき

たい。

【謝辞】 野外調査の検討段階で兵庫県立大学大学院教授川村教一氏、滋賀大学大学院教授藤岡達也氏、島根大学教職大学院教授松本一郎氏、広島国際大学准教授村上智章氏、同橋本清勇氏、東広島市立上黒瀬小学校校長木本豊子先生をはじめ、同校教頭の大山紀子先生、三崎数紀先生、久保翔平先生、悦喜万結先生、広島国際大学及び広島大学の学生諸氏からご助言をいただきました。本研究の一部は、JSPS 科研費 20H01749 (代表者 川村教一) および同 20K20850 (代表者 清水壽一郎) の財政的支援を受けました。最後になりましたが、ご支援・ご協力くださった関係各位に心より謝意を表する次第です。

引用文献

- 1) 越智秀二・岡田大爾(2018)「巨礫の意味を理解し、土石流の再来予測につなげる取り組み例」、広島国際大学教育論叢、10、 pp. 147-156.
- 2) 越智秀二・岡田大爾(2018)「屋根まで埋める大量の砂礫を堆積させた洪水様土石流の発生原因ならびに土石流多発地帯と地質構造の関係についての予察的研究」、広島国際大学教育論叢、10、 pp. 218-230.
- 3) 越智秀二・岡田大爾(2018)「西日本豪雨災害時の降雨と想定外の土石流災害の怖さ」、広島国際大学教育論叢、10、 pp. 201-217.
- 4) 越智秀二・岡田大爾(2019)「地球科学の知見を活かした事前防災活動の事例とその意義」、広島国際大学教育論叢、11、 pp. 19-31.
- 5) 岡田大爾・越智秀二・川村教一(2020)「科学的知識と科学的思考力を活かした防災・減災教育—ジオシステムにもとづく教材開発—」日本理科教育学会全国大会発表論文集、18、 p. 410.
- 6) 川村教一・吉本直弘・岡田大爾(2020)「小・中学校理科における洪水氾濫に関する学習の課題」防災教育学研究、2(印刷中)
- 7) 朝日新聞(2018): <https://www.asahi.com/articles/photo/AS20180804000809.html> (2020-10-01 確認)
- 8) 平成 30 年 7 月豪雨による水害・土砂災害からの避難に関するワーキンググループ(2018)平成 30 年 7 月豪雨を踏まえた水害・土砂災害からの避難の在り方について(報告)参考資料 3 平成 30 年 7 月豪雨における課題・実態(http://www.bousai.go.jp/fusuigai/suigai_dosyaworking/pdf/dai2kai/sankosiryō3.pdf) (2020-10-01 確認)
- 9) 大竹文雄・坂田桐子・松尾 佑太(2020)「豪雨災害時の早期避難促進ナッジ」RIETI Discussion Paper Series 20-J-015、 p.1-34. (<https://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/20j015.pdf>) (2020-10-01 確認)
- 10) 県立広島大学防災マーケティング研究チーム(2018)平成 30 年 7 月豪雨の避難意識と行動に関する調査(https://mba.pu-hiroshima.ac.jp/pdf/h30/180801a_bousaipress.pdf) (2020-10-01 確認)
- 11) 県立広島大学プレスリリース(2019)「平成 30 年 7 月豪雨後の防災意識に関する 10,000 人比較調査-防災意識低下の兆候-【速報値】について」(<https://www.pu-hiroshima.ac.jp/site/press-release/press190624.html>) (2020-10-01 確認)

- 12) 広島県庁(2020)「平成30年7月豪雨災害に関する県民の避難行動の調査について(総括)」
(<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/249/kenkyuu.html>) (2020-10-01 確認)
- 13) 平成30年7月豪雨災害における避難対策等の検証会議(2018)平成30年7月豪雨災害における避難対策等の検証とその充実に向けた提言(http://www.bousai.go.jp/fusuigai/suigai_dosyaworking/pdf/hiroshimasaisyu.pdf) (2020-10-01 確認)
- 14) 奥村与志弘(2019)平成30年7月豪雨時の避難開始に関する一考察～岡山県の事例～、第18回都市水害に関するシンポジウム (https://www.jsce.or.jp/branch/seibu/symposium/pdf/article_18_02.pdf) (2020-10-01 確認)
- 15) 齋藤開・小林礼奈・渡壁守正・鳥越沙綾・ドナルド ファウラー(2020)平成30年7月豪雨災害の被害状況分析と住民防災意識に関する調査研究 広島工業大学紀要研究編第54巻 (2020) 169-176.
- 16) 県立広島大学プレスリリース(2019)「令和元年6月7日大雨における警戒レベル4発令の避難意識と行動の調査結果【速報値】について」(<https://www.pu-hiroshima.ac.jp/site/press-release/press190619.html>) (2020-10-01 確認)
- 17) 中央防災会議 防災対策実行会議 令和元年台風第19号等による災害からの避難に関するワーキンググループ(2020)令和元年台風第19号等を踏まえた水害・土砂災害からの避難のあり方について(報告) 参考資料4 <http://www.bousai.go.jp/fusuigai/typhoonworking/pdf/houkoku/sanko4.pdf> (2020-10-01 確認)
- 18) 中国新聞社(2014)『2014 8・20 広島土砂災害—緊急出版・報道写真集』
- 19) 朝日航洋(2018) (<https://www.Aeroasahi.co.jp/news/detail.php?id=188>) (2020-10-01 確認)