

# 中学生の災害に対する意識の実態と望ましい 防災教育のあり方(2)

—洪水害を例として—

加藤 裕之\*・木谷 要治\*\*

A study of the reality of junior high school pupil's  
attention about natural disaster and a case  
study of the education for averting disaster  
—a case of flood—

Hiroyuki KATO and Yooji KITANI

1. はじめに
2. 我が国における治水思想の変遷
3. 中学生の洪水害に対する意識の実態
4. 洪水害を対象とした防災教育の実際
5. おわりに

## 1. はじめに

川ほど人間が手を加えてきた自然はない。人間は川と戦い、川を変革しつつ利用してきた。その結果、現在では、上流にはダムが建造され、中・下流には、4～5階建ての家くらの高さがある堤防が傲然とそびえ立っている。

「川を治めるものは国を治める」という中国の古代からの教訓があるように、古代より文明は、川が流れているところに発達し、川が荒廃するとともにその栄華も次第に衰退していった。川は、我々人間にとって、肥沃な大地を造り出すという豊かな恵みを与えてくれる反面、家屋を流し、人を流し、田畑を荒らすというマイナスの面も持っている。今日においては、そのマイナスの面ばかりが注目され、川を人間社会から切り離す努力が続けられてきた。その結果が冒頭のダムであり、堤防である。この点に関して、高橋裕は「明治以来、われわれは都市における川を自然を構成している要素として十分には認識してこなかった。すなわち、川は、厄介な洪水や汚れた水を海まで運んでくれる排水路であり、都市生活や産業に必要な水を提供してくれる便利な路であり、まさにそれらの目的のため

\* 神奈川県湯河原中

\*\* 横浜国立大学教育学部

にのみ川は存在するという認識が支配的ではなかったのか。つまり、われわれは、川を自然としてではなく、きわめて即物的に利己的に、もしくは道具としてしか扱ってこなかった。」<sup>1)</sup>と述べている。

川と人間との付き合い方は、国の社会・経済の動きと密接な関係を持っているがため、時代とともに変化を遂げてきた。それに伴い、川のもたらすマイナスの側面である水害の形態も変貌してきた。災害の中でも特に水害は、特有な歴史性を持っているというゆえんである。そのような水害特有の性格は、我が国において最も著しいとも言われている。複雑化、多様化する水害に対し、その時代時代において、人々は「水を治める」べくさまざまな努力を積み重ねてきた。その結果、我が国の河川は、様変わりしたものの、水害の脅威からはいっこうに逃れられる気配がない。むしろ、新たな脅威を生み出し、水害による被害は、年々増加傾向にあるということは、筆者が本稿の前論にあたる「中学生の災害に対する意識の実態と望ましい防災教育のあり方（1）——地震を例として——」において報告した通りである。

そもそも地球科学的に捉えると、水害というのは地球外部のエネルギーによりもたらされる減起伏作用なのであり、地形形成作用なのである。現実には、現在、我々が生活している平坦な地形はすべて川の営み、つまり洪水により形成されたものである。地球的規模で考えると洪水は、必然的な営みなのである。それとは逆行するかのよう、洪水をなくそう、水を堤防の中に閉じ込めようというのはどだい無理な話なのである。

昭和22年9月16日未明、利根川本流は栗橋付近のやや上流の右岸で大破堤した。その破堤の長さは400mにも及び、破堤地点の東村新川通りは、利根川にとって最悪の場所であった。この破堤による氾濫流は、ちょうど江戸時代以前の大利根の流れを再現するかのよう、関東平野の中央低地を南下して東京へと向かった。被災者は東京都のみで当時の全都民の7.5%にあたる38万に達した。この大水害は房総半島をかすめて北東進したカスリン台風によってもたらされたものである。利根川は明治以来我が国政府が最も力を入れて治水を行ってきた川である。その基盤となる治水思想は、水を堤防の中に閉じ込め一気に海まで流してしまおうとするものであった。利根川に対しては、昭和10年に足摺岬から上陸した台風によりもたらされた洪水の最高流量である毎秒1万 $\text{m}^3$ の水量を裁き切れるように堤防の嵩上げが計画され、実際に一部、工事が着手されていた。しかし、太平洋戦争を迎えたがため計画は予定通りには進行せず、やがて敗戦を迎え、増補計画をどのように再開すべきかが検討されていた矢先、この大水害に見舞われてしまったのである。利根川は、このカスリン台風に見舞われる以前にも何度か計画高水量を上回る洪水流量に見舞われその度に堤防の嵩上げが行われてきた。堤防をいくら高くしてもそれを上回る洪水に見舞われてしまうのである。このことは、明らかに水を堤防の中に閉じ込める治水思想の転換を迫るものである。

高橋裕は、なぜこのように大洪水のたびごとに従来の計画では間に合わず、次々と洪水規模が拡大されてきたのかについて次のように述べている。「その理由として、しばしば未曾有の豪雨、何十年来の雨台風という説明がされてきた。たしかに、明治43年、昭和10年、特に昭和22年洪水の場合、そう減多に襲来するような台風ではない。しかし、ここで

問題にしているのは、洪水流量である。豪雨の頻度と洪水流量の頻度を同様な基準で比較すべきではないことを指摘しておきたい。というのは、豪雨は誰にも明瞭であるように、純粋に自然現象と考えておおむね差し支えあるまい。しかし、洪水は違う。洪水の規模は、降水量のみによって定まるのではなく、その降水が流域内の各地点に降下したのち河道に到達するまでの流域の条件、河道にはいつから下流へと流れてゆく河道の状況によっても大きな影響を受ける。流域や河道は絶えず人為的に変化させられている。たとえば、植林、伐採、開墾、宅地化が流出に影響を与えるのはもとより改修工事そのものが河道条件を変え、河道への降雨の集中条件を一変させてしまう。昭和22年洪水当時、改修工事は前橋の上流まで進行し、各支流もまた本川との合流点近傍では堤防がおおむね完成していた。したがって、洪水流は上流域から河道にすばやく押し込められ、河道内を一気に河口まで集中的に流れ下るようになった。そのため、上流域から河口までの流出時間は短縮され、同時にとりわけ中下流部での洪水流量の増大が目立つことになる。』<sup>2)</sup> そのため、計画高水量を上回る洪水流量に見舞われたというのである。

近年においては、高橋が述べている考えのように治水思想そのものが転換してきている。それは、総合治水対策と呼ばれており、基本的には、治水の原則への復元であると言われている。そこで、簡単にではあるが、我が国における治水思想の歴史を振り返り、今日における治水思想と比較することにする。また、将来の市民として重要な役割を担っている、しかも義務教育修了段階である中学生を対象とし、彼らが抱いている治水思想を探り、それらの治水思想と比較するとともに、洪水害に対する意識などを探り、洪水害を対象とする防災教育のあり方を考察するための基礎資料を得ることを試みた。

## 2. 我が国における治水思想の変遷

### (1) 水をなだめる治水思想

#### ① 武田信玄の治水思想<sup>3)</sup>

山梨県甲府盆地の釜無川が天文11年(1542)に大氾濫した。そこで、武田信玄は釜無川の西北部にひろがる扇状地扇頂部に、巧妙な河川工事を実施した。

釜無川はこの付近で塩川、御勅使川の支流を合流している。御勅使川は非常に急流で多量の土砂を伴う洪水を発生させる。甲府盆地の急所に相当するこの三川合流地点には竜王高岩と巧みに配置した16個の置き石がある。この16の石より三川の水は互いにぶつかってエネルギーが減殺され、その後、竜王高岩に当たる。さらに高岩から下流には、250間の堤防を築いて甲府盆地を守っている。この一連の施設は信玄堤の妙として知られている。現在も行われている4月15日の三社祭りの際、堤防上を歩む三社明神の神輿は、堤防の踏み固めを目的にしたといわれ、日常、怠りなく維持管理することによって、近代工法が施行されるまでの250年間、一度の決壊もないほどに大きな効果があった。

また、この堤防は連続堤ではない。霞堤と呼ばれるもので、堤体が河道に対して斜めにいくつも配置されている。連続しない堤防群により、洪水は自由に堤防の間から堤内地に逆流する。堤内地に入った水を静かに滞留させ、河川の減水にしたがって自

然に排水される。

② 加藤清正の治水思想<sup>4)</sup>

熊本県緑川の支流浜戸川には、加藤清正の巧妙な洪水対策の1つとして知られる越流堤が残っている。越流堤は、堤防の一部を他の部分より低くしたものでここから洪水を堤内地に引き入れる方法である。

通常、堤防は、洪水を河道中におさえこむために築造されるものと考えがちである。しかし、洪水を堤防でおさえこむことは容易でなく、たびたび破堤してきた。そこで、大きな被害を出さないために、犠牲地にする特定の地区をあらかじめ決めておき、そこに洪水を氾濫させる方法がたびたび採用されてきた。氾濫を許容する地区は、遊水地と呼ばれ、洪水時以外には土地利用が行われる。利用といっても、洪水時には氾濫するため、ほかの場所と同じような土地利用を展開するわけにはいかない。そこで、氾濫に強い桑畑にするとか、あるいは、3年に1回、10年に1回は収穫皆無になることを覚悟の上で水田をつくるとかの工夫がなされる。ところによっては、氾濫による肥料を積極的に利用してアイ草などを栽培するところもある。

こうした遊水地を設けて、堤防の一部を意図的に低くしたのが越流堤で、清正の巧妙な洪水対策として、今日なお高く評価されている。

彼らに共通して言えることは、堤防を河道に水を押し込めるために利用していないということである。洪水の必然性を認め多少の被害は目をつぶるとして、問題はいかに、被害を最小限度に押さえるかであり、そのためには、水の持つ巨大なエネルギーを少しでも軽減していくことに工夫を凝らしている。その裏には、防災の基本原理、地球科学的な考え方が潜んでいるかのようでその卓越した洞察力には目をみはるものがある。

また、水の処理の仕方にも共通する考え方がみられる。川で処理できない分については、川の流域で処理するということである。川を流れる水をわざと途中で堤防の外に溢れさせその水を土の中にしみ込ませてしまおうというのである。

この流域で処理するという考え方をさらに、発展させた洪水対策を実施した人物に熊沢蕃山という人物がいる。

③ 熊沢蕃山の治水思想<sup>5)</sup>

蕃山は、重要な問題については、「或問」という問の形で問題提起し、それに解答する形式で自説を展開している。それらの説の中に、多雨の気候のもと、急峻な山地の多い日本と、外国人の目からみれば、川というよりも滝に近い日本の河川の特色をよくとらえ、その河川の管理は、水源の山々の保全が元であることを主張し、川というものはひとたび荒れると、人工の堤を、いくら頑丈にしても、どこか相対的に弱い所からかならず破れ、洪水の被害をかえって大きくするものであるという主張もみられる。

実際、蕃山は、岡山の池田藩で、岡山城下の水害を防ぐため、旭川の水を城下町からそらして流すことを考え、百間川と称す幅百間にも及ぶ大きな放水路を開削している。また、当時、寺社の建立や製塩業によって荒廃した森林の回復でも実際に顕著な

効果をあげている。

旭川と百間川の境には、越流堤が設けられており、旭川の水量が増すと水はその堤を乗り越え、流れ込んだという。今日、この通常の河川では裁き切れなくなった水を新しく川を開削して流すという洪水対策は新たためて脚光を浴びるようになってきている。また、洪水対策として、森林の働きに注目したことは、驚きに値する。

## (2) 水を制する治水思想

### ① 堤防万能主義による治水思想<sup>9)</sup>

明治政府が成立してから、全国的に治水事業が活発になった。これらの工事は明治29年の河川法をはじめ、次いで制定された砂防法、森林法の水三法が確立された時期を境に大別され、前記を低水工事、後期を高水工事と呼んでいる。低水工事は、舟運と中・小洪水を目的とし、高水工事は大洪水対策を目的にしたものと言われている。技術的には、前者がオランダ人技術者の指導によるもので、後者は最新の西欧技術を身に付けた日本人による本格的な治水事業と評価されている。

明治29年という年は、治水思想的に見れば、低水工事から高水工事へと転換するという大きな転機を迎えた年であった。そして、皮肉にも日本人の手により以後の治水思想を支配する、洪水をすべて河道に導いて氾濫を根絶させようという堤防万能主義の形成へと導くのである。その結果が、前述した利根川の例であることは、言うまでもない。

### ② ダムの登場にみられる治水思想<sup>7)</sup>

洪水調節用のダム建設は、物部長穂らによって大正15年に提唱されたが、実際に、建設されたのは戦後、打ち続く大水害に対処するためであった。

利根川、北上川、淀川、筑後川など、全国津々浦々の山間部に、昭和20年代後半から30年代、さらに現在でも多数の多目的ダムが築かれていく。

ダムによる貯水は、いわば水を遊ばせる治水戦略であった。これは一面において、明治以来の治水方針の部分的転換とみることもできる。ただし、調節できる量は、その川の全体の洪水流量と比べれば一般にわずかであり、その上、その効果は、降雨が流域のどこに分布するかによって左右され、不安定であることも免れない。明治以来、大洪水のたびごとに計画流量を拡大してきた延長線上に、その流量の一部負担という形をダムが担うことになった。つまり、従来の計画流量以上の洪水が出現すれば、それに耐えるように計画を逐次拡大してきた方針には変更がない。したがって、治水方針が質的に大転換したのではなく、計画遂行に当たって一部にダムという新しい技術手段が登場したとみるべきであろう。

これらの計画遂行の裏には、人間の意のままに水を支配する、つまり、水を制するという理念が見え隠れしている。

### ③ 総合治水対策にみられる治水思想<sup>8)</sup>

1976年9月、長良川の堤防を岐阜県安八町で破った台風17号は、中部及び西日本一帯にさまざまなタイプの水害をもたらした。すなわち、長良川破堤にみられる大河川堤防決壊による氾濫、小豆島に発生した無数の土石流、それに高知、東海から近畿に

かけて新しく都市化された宅地の浸水被害などであった。

そこで、各地に都市水害も起こした台風17号災害直後、建設省は河川審議会に総合治水対策小委員会を設け、その対策を協議することとした。

翌77年6月、この総合治水対策小委員会は建設大臣への中間答申を公表し、ハードとソフトを総合した都市水害への新しい治水策を提唱した。その内容を要約すれば、従来のいわば常套手段とされていた河道への河川改修を強力に推進することはもとよりであるが、近年盛んとなった流域開発によって増大した河道への洪水、流出量、土砂流出量を極力抑制すること、そのために流域内の保水、遊水機能を維持することが要請された。すなわち、従来の河道中心の治水から全流域を含めた洪水対策が提唱されたのである。

東京の墨田川の支流神田川や横浜の帷子川では、この治水思想に基づき、熊沢蕃山の百間川にその源流がみられる地下分水路による洪水対策が行われている。地下分水路とは、地下に造る新しい川でこれにより、増大してきた洪水流量に対処しようとしている。

さらに、名古屋、大阪では、武田信玄の霞堤、加藤清正の越流堤にその源流がみられる洪水調節用の地下調節池が完成している。いずれも街路下に掘られたのは、地下分水路と同じく土地の取得が比較的容易だからである。また、地上では多目的遊水地と呼ばれる、出水の際には、洪水の流れを一時的に貯留し、平常は公園、自動車教習所もしくは、ピロティ（高床式）型の建築を建てるという洪水対策が取られている。都市内ではそれほど広い土地は使えないが、中小河川であれば、容量は小さくともここへ一時的に洪水を貯えることによって、洪水流に時差を与える効果はあり、小さな遊水地でも数多く造れば、相当の調節効果を期待できるのではと考えられている。

また、流域ぐるみの総合治水事業と同じ考えから都市の下水道事業も従来の考えを一変する雨水対策が始まっている。「雨を川に流さない」雨水流出抑制型下水道がそれである。雨水流出抑制型下水道とは、雨水処理に関する下水道の径路の至る所で下水を積極的に管渠の外の地下へ漏らそうとする方法である。

個人でも雨樋の下部を下水道へと連結させないようにし、簡単な浸透性雨水枳などにより、直接庭へ放出するなどある程度の雨水流出抑制策は可能である。神奈川県相模原市では、それらの対策が行われている。これらの雨水浸透は、単に豪雨対策にとどまらず、地下水涵養につながるものと思われる。

近年の総合治水対策では、雨水が河川や下水処理場へ殺到するのを和らげるために、さまざまな方法で流域内での雨水浸透や雨水貯留が行われ始めている。これらは、鋭い洞察力をもった先人たちが行った洪水対策に源を発している。治水の原則への復元、つまり、自然の水循環への復元である。近年における都市化は、自然の水循環を部分的に断ち切ることを意味していた。かつては、今日のように道路舗装も下水道も普及しておらず、雨が降ればその相当量がまず裸地から地下へと浸透し、地下水を適当に補給していた。あるいは、雨水は窪地などにも一時的に滞留していたので、豪雨による流れが、一気に河川へ集中することはなかった。したがって、何らかの手段を新たに駆使し、自然の水循環に戻さなければ、豪雨時には都市のどこかで溢れて暴れるのは、自然の水循環に復帰しようとする

る当然の帰結なのである。

したがって、近年においては、「水を制する」つまり、水をいかにして河道内に押し込めるかという治水思想から再び「水をなだめる」つまり、水をいかにして自然の水循環に復元するかという治水思想へと回帰、修正のきざしを見せている。この治水思想においては、自然の水循環、その中でも土の浸透性・保水性・熊沢蕃山が主張した森林の働き・地下水のシステム、そして、天然の貯水池である湖の働きといった自然の営みに関する理解がその基礎を構成しているものと思われる。

### 3. 中学生の洪水害に対する意識の実態

将来の市民として、義務教育修了段階である中学生は、どのような治水思想を抱いているのだろうか。また、洪水害に対しては、どのような意識を抱いているのだろうか。本論の前稿では、洪水害は意識度の低い災害に位置していた。それゆえ、ほとんど生徒の回答に上がることはなかった。そこで、理科における防災教育の対象として、洪水害を取り上げ、考察していく際のより具体的な基礎資料を得る目的で調査を実施した。

#### (1) 調査の方法

##### ① 調査の対象

神奈川県内の中学校で、その地域を酒匂川という河川が流れている中学校で、しかも、その河川の下流部と中流部に位置している小田原市立A中学校と南足柄市立C中学校を調査対象校として選定した。

なお、両校では、本稿の前論に当たる「中学校の災害に対する意識の実態と望ましい防災教育のあり方(1)——地震を例として——」において、災害全般についての意識調査を実施し、その結果を報告している。

調査対象人数は、A中学校38名、C中学校81名、計119名である。

##### ② 両調査対象校付近の自然環境

- ・A中学校 酒匂川という河川の沖積平野上の地域である。本中学校が立地している所は、酒匂川の河口付近に当たる。
- ・C中学校 酒匂川の中流域に位置しており、背後には丹沢山系が控えている。酒匂川の沖積平野の最上流部に位置する。

なお、酒匂川は、古来より何度も氾濫を繰り返している河川でかの二宮尊徳も水害に再三悩まされている民衆を救うため洪水害対策に力を尽くしたという。しかし、近年においては、治水対策が若干の効を奏してかほとんど洪水害に悩まされることはない。

##### ③ 調査の時期

調査は、昭和63年2月下旬～3月上旬にかけて実施した。

##### ④ 調査の種類

調査は、質問紙法の形式で実施した。また、すべての設問が自由記述の形式で回答するようになっている。

なお、調査の内容に関わる学習内容としては、理科では、「天気の変化」での低気圧、台風、前線及び「大地の変化」での流水のはたらきが上げられる。

また、社会科では、地理的分野で学習する「日本とその諸地域」で国土の自然として取り扱う風水害が上げられる。

「天気の変化」及び「日本とその諸地域」は、中学2年で、「大地の変化」は、中学3年で学習している。

#### ⑤ 調査問題

1. 将来、酒匂川の氾濫によって、あなたの住んでいる地域が、被害を受ける可能性があると思いますか。なぜ、そうなると思いますか。
2. 洪水害に対しては、どのような備えが必要だと思いますか。その理由もつけて答えなさい。
3. あなたが、あなたの住んでいる地域の責任者で、何でもできるという立場であったら、酒匂川の洪水をどのようにして防ごうとしますか。
4. 洪水は、何によって、起こると思いますか。説明しなさい。

#### ⑥ 調査問題の構造とねらい

設問1 地域を流れている身近な河川である酒匂川を対象として取り上げ、現在の様子から、将来、洪水害に見舞われる危険性をどのくらいの生徒が認識しているのかを明らかにすることをねらいとしている。

設問2 現代の中学生が、個人レベルの洪水害対策として、どの程度の知識を持っているのかを明らかにすることをねらいとしている。

設問3 現代の中学生が抱えている治水思想を明らかにすることをねらいとしている。

設問4 洪水害が起こる原因について、どの程度の因果関係を把握しているのかを明らかにすることをねらいとしている。

### (2) 調査の結果と考察

#### ① 設問1の結果と考察

表1. 将来、洪水害に見舞われる可能性

	可能性がある	可能性がない
A中学校	10	28
C中学校	18	63
総計	28	91

\* 自由度=1

$$x^2=0.214$$

$$x^2(0.70) < x^2 < x^2(0.50)$$

A中学校、C中学校間で回答に、有意な差がみられない

表1に示されているように、28名、わずか23.5%の生徒が洪水害に対する危険性を感じているに過ぎない。彼らは、なぜ、洪水害に対する危険性を感じていないのであろうか。彼らの回答理由にその答えを求めることにする。

将来、洪水害に見舞われる可能性がないと回答している生徒、91名のうち68名が理由に関しては、無回答であった。よって、ここでは、残りの23名の理由にその答えを求めことにする。以下に、その内容とともに回答人数を羅列していく。「今では、管理設備が整っているから」(7),「高くしっかりした堤防があるから」(9),「堤防がしっかりしているし、上流には三保ダムがあり水量の調整ができるから」(2),「酒匂川は、



深く掘ってあるし、堤防も頑丈に造られているから」(1)、「川幅が広いし、しっかりした堤防もあるから」(1)、「堤防が松の根によりしっかり固められているから」(1)、「川が遠いから」(2)。これらの理由から、堤防そして、ダムといった防災施設に対して全幅の信頼、過大な期待を寄せているということがわかる。内側を堅いコンクリートで固められた堤防がよもや崩れるはずがない。上流にはこれまた、四方八方コンクリートで固められた大きな貯水池があるじゃないかというのが、洪水の危険性を感じていない生徒の理由である。無回答であった68名もほぼ同じような理由によるであろう。防災施設に対する全幅の信頼は、行政当局にとっては、喜ばしい限りであるが、現実問題としては、この結果はそう楽観的には受け取ることができない。実は過大な期待であるということを過去の災害事例が示している。

一方、洪水の危険性を感じている生徒は、その根拠をどこに置いているのであろうか。28名中、3名が無回答であったが、25名が理由を述べている。「堤防が崩れたり、ダムが壊れたりしないとはいえないから」(9)、「いくら堤防がしっかりしていても台風などにより多量の雨が降ると、水の量が増え、洪水が起こるかもしれない」(6)、「酒匂川は、水量が多くて家まできそうだから」(1)、「工事などで川を狭くしてしまい、水の流れる場所を少なくしているから」(1)、「川の流れは、水の流れであり自然の流れである。むりに堤防を築いても水がどこを流れるかは、わからない」(1)、「自然の力はすごいから」(1)、「川がすぐ近くを流れているから」(6)。危険を感じている生徒の中には、逆に、堤防やダムが崩れる危険性を上げている生徒が多い。中には、「水を制する」治水思想に対する批判を浴びせている回答もみられる。そして、これらの中でも、特に注目したいのは、理由の中に川までの遠近感が上げられているという点である。当然、危険を感じている生徒は、「近い」と回答し、感じていない生徒は、「遠い」と回答している。もちろんこの回答は、実際の距離のことを指しているものと思われるが、精神的な距離、つまり、川を身近な存在として捉えているか、捉えていないかという距離も含んでいるように思える。昨今では、川の兩岸は高い堤防でしっかりとガードされてしまっており、もちろん酒匂川クラスの川になると河川敷が運動広場にはなっているもののそれも一部の対象者が使用するのみで一般の人はほとんど水辺において水と親しむことなどないものと思われる。すると、川が存在自体が人々の意識下から消え去り、当然、水による災害も意識下からは消え去ることになる。近年においては、特に顕著な傾向として、水に親しませるという発想からウォーターフロント、親水公園というものが考えられ、実行されつつある。水の汚染を防ぐという効果はあるが、これは、水の恐ろしさを忘れさせるマイナス効果もあることを忘れてはならない。

さて、論の中心を元に戻すと、本設問の結果より洪水害を対象にした防災教育に対し、重要な示唆が与えられているように思われる。地震に関する防災教育を展開する際には、生徒たちが日常経験の中からすでに地震に対する危険性のある程度、認識しているがため、導入として、「過去の被害状況」や「将来、地震が起こる可能性及びその時期的なこと」を提示することにより、さらに、その危険性が強まっていった。これは、あらかじめ自分自身で地震に対する危険性のある程度、認識していたがために、導入部

で提示された情報に対しても高い信頼性を置き、その結果が危険性の高揚となって現れたものと思われる。ところが、洪水害を対象とするときには、その前提となる危険性がないのであるから、いくら「過去の被害状況」や「将来の被災の可能性」についての情報を提示したところで、決して危険性の高揚は望めない。地震においては、これらの情報を提示するだけで、「防災意識」そして、「防災的自立性」が高揚するという結果も得られているが、洪水害においては、それも望めない。いかにして、その前提となる危険性を認識させていったらよいのか。そのことに関する示唆が、本設問の結果に現れているものと思われる。

洪水害を対象とするときには、まず堤防・ダムといった防災施設に対する盲目的ともいえる信頼感を正しい信頼感へと変えていく必要があるといえよう。そのことが同時に、正しい危険性を認識させることにつながり、洪水害に対する「防災意識」そして、「防災的自立性」を高揚させるための前提条件をも満たすことになるものと思われる。

そのための具体的方策としては、前述したような利根川の堤防改修の事例などを導入部で提示し、その原因を探究する形で以下の授業を展開していくことも可能ではないかと思われる。そして、その原因を認識した時点で、生徒は、洪水害の危険性をも認識するのではないかと思われる。

## ② 設問2の結果と考察

本設問は、個人レベルでの水害対策に対する知識の実態を明らかにする目的で設定されたが、設問を一般的表現で設定していたため、得られた回答には、行政レベルでの対策も含まれていた。

119名中、21名が「わからない」と答えている。残りの98名が、総計132件の対策を上げている。それらの回答は、大きくわけて行政レベルでの対策と個人レベルでの対策の2つに分類することができる。前者は、「川に防災施設を整える」という物的な備えから成っており、後者は、「家の構造に工夫を凝らす」、「食糧や救命具といった防災用品を整える」といった物的な備えと「日頃から注意力の喚起に努める」といった心的な備えから成っている。それぞれが占める割合を図1に示す。

図1が示しているように、最も大きな割合を占めているのが、B-1 iiの個人レベル

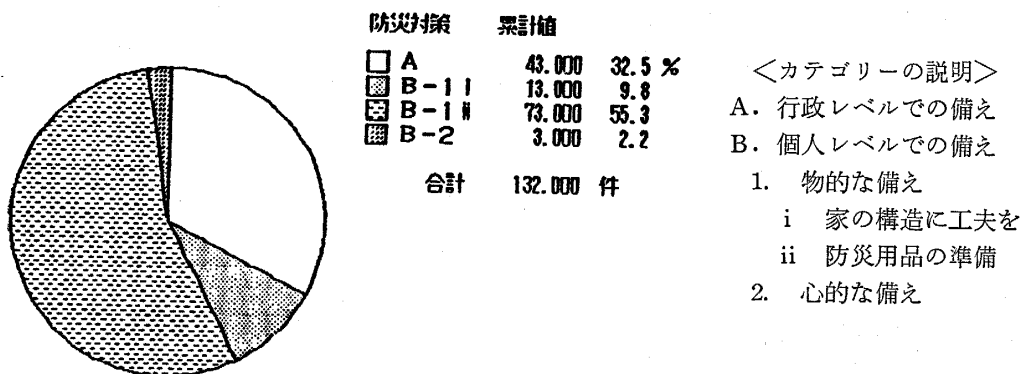


図1. 洪水害に対する具体的な備え全カテゴリーについて

での物的な備えである。この点は、「中学生の災害に対する意識の実態と望ましい防災教育のあり方(1)——地震を例として——」で報告した「地震」を対象とした防災に対する考え方と同じような傾向を示している。このカテゴリーでは、「食糧を確保しておく」という回答が圧倒的に多く35件と全体でも26.5%と大きな割合を占めている。この点は、やはり「地震」と同様である。その次に、多かったのが、「ゴム・ボート、浮き輪などの救命具の準備」という回答で25件と全体でも18.9%を占めるほどである。この点は、「地震」にはみられなかったことであり、洪水害による災害像を「人が流されたり、家が流される」というように水が人間の生活空間を流れることにより被害が及ぶと捉えている生徒が多いことに由来するものと思われる。「地震」における回答には、せいぜい火災を想定して、消火器を準備しておくという回答がわずかにみられたに過ぎなかった。これは、地震の災害構造がもつ多様性からその具体的災害像が捉えにくく、実際に、ほとんどの生徒がごく一部の災害像しか捉えていなかったという理由によるものではないかと思われる。それに対し、洪水害による災害は、その災害像を捉えやすいものと思われる。このことは、「家を高い所に建てる」、「家の床を高くする」、「家はできるだけ2階にした方がよいと思う」など家の構造にまで具体的対応策を論じている生徒がみられるという点からも裏付けられよう。

次に、大きな割合を占めているのが、行政レベルでの物的な備えである。このカテゴリーでは、「堤防を高くしたり、丈夫なものにする」という回答が最も多く34件と全体でも25.8%と大きな割合を占めている。具体的な備えとして、行政レベルでの備えが回答として上げられるということは、「地震」とは大きく異なる点である。

「地震」と共通して、物的な備えに関することは、数多くみられるのであるが、知的な備え、心的な備えに対する回答は、それに比べ非常に少ない。洪水害においては、特に、その傾向が強い。行政レベルをも含めると132件中、実に97.7%に相当する129件の回答が物的な備えに関する回答であった。残りのわずかに3件が心的な備えであり、知的な備えに関しては、まったく回答がみられない。心的な備えに関しては、道德教育を中心に展開していくとしても、知的な備えに関しては、理科教育が果たすべき大きな役割が残されているといえよう。

③ 設問3の結果と考察

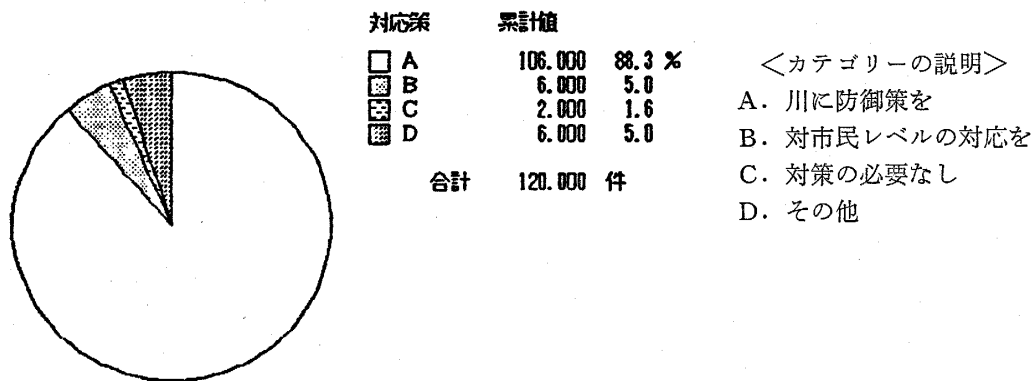


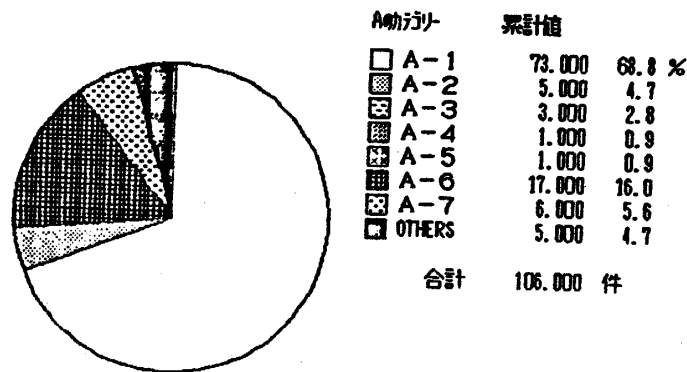
図 2. 洪水害に対する行政レベルでの対応策

本設問は、洪水害に対して行政レベルで、どのように対処していったらよいのか、その考え方を問うことにより中学生が抱いている治水思想を明らかにしようというねらいのもと、設定し、無回答であった25名を除いた94名から総計120件の回答が得られた。

それらの回答は、「川自体に何らかの防御策を講じる」という回答と「市民に対して何らかの防御策を講じたり、行政指導を行う」という回答に2分できるものと思われる。中には、現在、頑丈な堤防があるのだから対策など講じる必要がないという回答もみられた。図2に、それらの回答の占める割合を示す。

図2に示されているように、回答のほとんどがAの川に防御策をとるというカテゴリーで占められている。このカテゴリーは、さらに、次に示すような7つのカテゴリーから成っている。

- |                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| A-1. 堤防を丈夫にしたり高くする                | A-2. 川幅を広げる      |
| A-3. 川底を深く掘る                      | A-4. 川自体にドームをつける |
| A-5. 川のあちこちにポンプをつけて水量が多くなったら汲み上げる | A-6. ダムをつくる      |
| A-7. 分水路をつくる                      |                  |



行政レベルでの洪水対策

図3. Aを構成しているカテゴリーが占める割合

これらのカテゴリーは図3に示すような割合になっている。図3に示されているように、7つのカテゴリーの中でもA-1が圧倒的に大勢を占めている。それに続くカテゴリーとしては、A-6が上げられるが16.0%を占めているに過ぎず、A-1の68.8%とは大きな隔りがある。A-1は、全体的にみても60.3%と非常に大きな割合を占めている。

これらのカテゴリーを前述した我が国の治水思想の歴史的な観点から捉え直すと、A-1～6とA-7に2分することができるものと思われる。前者は、水をなんとか堤防の内側に閉じ込めようとする「水を制する」治水思想に裏付けられた洪水対策と考えることができよう。それに対し、後者は、はじめから水は溢れるものだと考え、溢れた水を堤防の外側で遊ばせようとする「水をなだめる」治水思想に裏付けられた対策である

と考えられる。なお、A-5は、水が堤防から溢れることもその考えの前提にはなっているものの、万が一のときのために考えられたことであくまでも中心は、堤防の内側で水を処理するという点にあると捉え、前者に含めた。

したがって、「水を制する」治水思想に裏付けられた対策は、100件となりこのカテゴリーの94.4%をも占めているということになる。全体として見た場合でも、83.3%という非常に大きな割合を占めている。それに対し、「水をなだめる」治水思想に裏付けられた対策は、わずか6件で、このカテゴリーの5.6%を占めるに過ぎない。全体になると、0.05%となり皆無に等しいような実態である。

そこで、この傾向を確認する意味で、データを個人レベルで2つの治水思想という観点から捉え直し、回答者の分類を試みた。無回答者25名を除く、94名のうち91名がカテゴリーにAに関する考えを述べているが、85名は確実に「水を制する」治水思想を抱いているということになる。つまり、調査対象の71.4%は、確実に「水を制する」治水思想を抱いているということになる。また、この数値は、少なくなることはないが、高くなる可能性は大きいものと思われる。おそらく無回答者のほとんどは、これに属すると考えられるからである。となると、現代の中学生のほとんどが「水を制する」治水思想を抱き、目の前にそびえ立っている堤防を眺めては、その屈強さに、よもや自分が住んでいる地域が洪水害に見舞われることはないと思っていると言っても過言ではあるまい。また、せっかく堤防やダムなどが崩れる危険性を認識していてもそれに代わる対策を考へることができない、あるいは、「水を制する」治水思想から抜け出ることができずに、結局は、川の容量を増大させるような考えに甘んじてしまうというのは、非常に憂うべき実態ではないかと思われる。

現代では、土木工学者をはじめとして、河川を治めている行政を司る人々も徐々にではあるが、その治水思想の転換が図られている。現代では、それに一般市民が取り残された格好になっている。現代の社会思想の流れ、そして、何よりも将来の市民となりうる中学生の実態から、治水思想の転換を図っていく必要があるのではなからうか。前述したように、「水をなだめる」治水思想は、科学的な自然観がその根底に横たわっている。治水の原則への復元、つまり、いかにして水を自然の循環の中に戻すかが、この治水思想の大原則であった。そこで、学校教育として、理科においては、「自然の水循環」をその中心に据えて展開していくことが望ましいものと思われる。「自然の水循環」そのものは、中学校においても、気象単元である「天気の変化」及び環境教育を展開する場として設けられている「人間と自然」で取り上げられてはいる。しかし、後者においては、特に、“水の質”を中心に置いた取り上げられ方であり、“水の量”中心には、今までほとんど取り上げられていなかった。今後は、防災教育として、「水の量的関係を中心に置いた自然の水循環」を取り上げていくことが、必要ではないかと思われる。そうすることにより、同時に、洪水害が起こる因果関係を、つまり、洪水害が起こる原理・しくみ面からの学習を行うことにもなる。

では、洪水害が起こる因果関係について、現代の中学生は、どの程度のことを捉えているのであろうか。そのことについて、論じていくことにする。

## ④ 設問4の結果と考察

生徒の回答は、以下に示すカテゴリーから成り立っている。

- |                                      |
|--------------------------------------|
| A. 台風などにより大量の雨が降り、水量が増し水が溢れたり、堤防が崩れる |
| B. 雨の降り過ぎでダムが破壊され、水量が増し水が溢れる         |
| C. 地震により堤防が崩れて水が溢れる                  |
| D. 自然破壊によりもたらされる                     |
| E. 堤防の不備から堤防が崩れて水が溢れる                |

表 2. 洪水害が起こる原因に関する生徒の回答状況

回答者数		回答者数	
A	83	A C	1
B	2	A D	1
C	3	A F	1
D	1	A G	2
E	1	A B C	1
F	1	A B G	1
G	7	A C G	1
A B	8	無回答	5

表 3. 各カテゴリーの延べ数

延べ数	
A	99
B	12
C	6
D	2
E	1
F	2
G	11

上述した、表3からわかるように、99名、83.2%に相当する生徒が多量の雨により水量が増し、堤防を乗り越える、あるいは、堤防自体が水の力により破壊され洪水害が起こるとその原理を説明付けている。設問設定上の表現に問題があったのかもしれないが、両表に示されている回答状況から判断する限りでは、空から雨という形、あるいは、雪という形で地表に水がもたらされて、川の水量が増大していくまでの過程が直線的に捉えられているように思う。生徒たちの説明からは、空からもたらされるすべての水が即、川に流入し水量が増すというように感じられるが、実際には、川に流入するまでには実にさまざまな経路を経ている。そのまま土の中にしみ込み地下水の流れとなり地下水として川に流入したり、土の中に浸透することができずに地表面を流れたりと複雑多岐にわたっている。それゆえ、川の水量の増え方は川の流域の条件によって、左右される。つまり、川の流域の貯水能力が優れている場合には、少々の雨では水量は増加しないし、逆に、その能力が低いと少量の降雨で思いがけないくらい増加するといったようにである。したがって、川の水量を考えるときには、川の流域をもその考慮にいれ、いわば面的に捉えていく必要がある。水量の増加を直線的に捉えていたのでは、増加した分の水をいかに川で処理するかという治水思想しか出てこない。

よって、「水の量を中心にした自然の水循環」を取り上げる際には、自然の貯水能力を強調していく必要がある。つまり、「森林の働き」、「土の保水性」、天然の貯水池としての「湖の働き」などを強調していき、それらに関連して「地下水の流れ」、「表面流出」といった現象の導入を図っていくことが望ましいものと思われる。これらは、現代

の総合治水対策の源になっている治水思想の基礎をなすものでもある。

実態調査を通じ中学生の抱えている治水思想、洪水害に対する意識、洪水害に対処するための考え方、洪水害が起こる原理についての考え方が多少なりとも明らかになったものと思われる。それらの結果から、洪水害を対象とした防災教育のあり方に関して、重要な示唆をいくつか見出すことができた。それらの示唆を念頭に置き、また、地震を例にした試行授業を通じ、得られた結果をも加味しながら、以下においては、理科における洪水害を対象にした防災教育のあり方について論じ、それに基づいた具体的な一試案を提示したい。

#### 4. 洪水害を対象とした防災教育の実際

##### (1) Investigating the EARTH third Edition にみる洪水害指導

「Investigating the EARTH」は、ESCP 地学の教科書である。ESCP というのは、アメリカにおいて、第2次大戦後の1950年代になり自然科学教育の改革の必要性が再び認識され始めた際に、物理を初めとして、化学、数学、生物などの委員会が組織され、新しい教育方針のもとに新しい教育体系をふまえた教科書、実習書、教師用指導書が作成されるに至り、地学においてもその必要性が認識され発足された組織である。

ESCP 地学の目標は、自然科学の基礎概念と原理とその帰納的結果を踏まえた自然の体系を理解させることにある。したがって、この教科書も当然、そのようなねらいのもとに編集されていることになる。

羽賀貞四郎と尾又利一はこの教科書の特徴として、次のようなことを上げている。「ESCP 地学では、全分野を地球のサイクルという概念で統一し、全体を Earth Science (単数) という体系的な1つの学問として扱っている。構造的構成要素として導入された地球のサイクルには水文学的サイクルと岩石学的サイクルがある。地球を単に動的なもの、変化しつつあるものとして扱っている。そして、その変化には必ずエネルギーの流れが伴われることを強調している。内容を常に身近な現象と関連させている。そのため、生徒は地学を非常に親しみやすいもの、言い換えれば、日常生活の一部として消化できるように配慮されている。」<sup>9)</sup>

本教科書においては、「UNIT TWO THE WATER CYCLE」での「4. Water of LAND」で洪水害について扱っている。以下に、この単元の流れについて簡単に概略だけ述べることにする。

##### 4-1 「水はどこからくるのか」

陸上に水をもらたす自然現象あるいは、森林によって保たれる霧を取り上げ、まとめという形で、水循環モデルについての説明をしている。

##### 4-2 「水はどのように貯留されるのか」

地球上での水の貯留のされ方について取り上げている。氷河や雪として貯留される。地下で水が溜る所では、地下水として貯留される。湖の貯水池としての働き。

##### 4-3 実験「土壌と岩石の中の水の移動を調べる」

###### (1) 間隙率を調べる

円柱状のガラス管などを用意し、垂直に立てる。粒の直径が異なるサンプルをいくつか用意し、そのサンプルを円柱状の容器の中に100 ml入れる。そのサンプルのいちばん上まで水が達するまでに何 mlの水が必要であるかを調べる。記録後、水はサンプルの粒子が占めている総体積(100 ml)のうち何%を占めているかを計算によって求める。

#### (2) 透水性を調べる

ガラス管の中に入っている水をすべて抜き去り、出てきた水の体積を記録する。新たに300 mlの水を加える。すべての水が通り抜けるのに必要な時間を記録する。さまざまなサンプルを用いて同じ手順を繰り返し、その結果を比較する。

#### (3) 毛管現象を調べる

200 mlの乾いた細粒の砂を垂直に立てたガラス管の中に入れる。時計系の準備ができたなら、ガラス管を水の中に入れる。30秒ごとにガラスの中の水面を記録する。同様に、200 mlの荒い砂でも実験する。

#### 4-4 「水は地下に移動する」

4-3の実験を踏まえて砂の粒子と粘土の粒子の水の浸透性の違いに対し、粒子レベルからの科学的説明を加えている。実験結果を実際的な場面と結び付けるような記述がみられる。たとえば、裸地に雨滴が叩き付けられると土壌を構成している粒子の間隙がせばまる。よって、このような所は、浸透性が悪い。植物が生茂っている所と茂っていない所での水の浸透性の違い、植物の腐敗物がスポンジのような働きをするなどの記述が見られる。そして、水滴が土壌を構成している粒子に保たれるしくみについて、粒子レベルでの科学的な説明を行い、さらに、毛管現象の科学的説明へと発展させている。

#### 4-5 「水は低い所に貯留される」

ここでは、地下水について扱っている。地下水の流れと川の水面との関係、地下水の移動速度について述べており、地下水の流れが非常に遅いものであるということが強調され、川に少しずつであるが、定期的に水を供給しているという地下水の貯水能力について言及している。さらに、我々の生活と密着した話題として、帯水層と井戸との関係、水利用についても触れている。

#### 4-6 「蒸発と蒸散」

蒸発とは、蒸散とは、という説明の後、それらが実に多様な形で行われるため、地球の表面から蒸発散する水の量を正確に測定することは難しいと述べている。

#### 4-7 「水バランス」

水収支についての説明があり、それと季節的な変化との関係、あるいは、年間を通しての水収支について言及しており、洪水も水バランスの一形態と位置付け、次へとつないでいる。

#### 4-8 「流去水」

洪水の起こるしくみについて述べている。洪水は、地球表面の流量が増加することにより起こる。すべての土壌の間隙が水で満たされてしまった後でさえも、さらに、



雨が降り続くと水は、川に集まり始め、堤防を乗り越えて流れ、数 km にも及んで大地を覆い尽くしてしまうと説明している。

次に、時間的雨量と川の水量の時間的経過を示すグラフが提示され、そのグラフから、最大流量に達する前に、強い雨が消えるのはなぜかということを考えさせている。その結論として、①初期の雨は、土壌の中、つまり、土壌の中の粒子の間隙に貯えられる、②水が地面の上を流れ、川の流れに合流するまでに時間がかかる、③地下水面が徐々に上昇するにつれ、地下水は近くの川にゆっくりと流れ始めるという 3 点を上げている。

これらは、すべてこれまでに学習した事柄である。これらは、実験を通して探究した「土の保水性」、「土の浸透性」が基礎になっている。それらを「地下水」、「帯水層」、「浸透性・非浸透性の層」と関連付け実際の場面にフィード・バックすることにより回答が得られるようになっている。

そして、湖・沼・湿原などの貯水池としての働きを洪水と関連付けて言及している。地下水は、多くの川の一年間の水量の半分以上を供給している。たいていの川では、地下水の流れが川の流れを調節している。同様に、沼や湿原、湖に貯水されることによっても調節されている。それらの大きな貯水池に水が貯えられることにより、川の深さは絶えず保たれている。貯水池に貯えられている水が排水されたり、そのまま貯えられることにより流水の様相が変わると説明されている。

#### 4-9 実習「洪水を調べる」

ここでは、1つの河川を例として、以前にそこで記録された実際のデータが与えられる。そのデータをもとにして、以下に示す手順に従い、4つのグラフを作成することが求められている。

- ①降り始めから最高位に達するまでの時間を水平軸に、降雨の継続時間を垂直軸にプロットしなさい。このグラフは、その川が最高位にいつ達するのか、町が危険な状態に陥るのにどれくらいの時間がかかるのか予想する手助けとなる。
- ②水は、どのくらいの水位まで達するのだろうか。新たな嵐に起因する洪水位を決定するためには、その嵐によりどれくらいの流出量が生じるかを知る必要がある。流出量とは、その町の観測所において川を毎秒、通過する水の総量のことである。垂直軸に川の水面の高さを、水平軸に流出量をプロットしなさい。高水位は、10mである。グラフに高水位を示す線を引きなさい。
- ③流量は、嵐の長さにもよる。垂直軸に流水 1 cm 当たりの流量を、水平軸に降雨の継続時間をプロットしなさい。このグラフは、1 cm 当たりの流水からどれくらいの流量が期待されるものなのかを表現しているだけである。
- ④その嵐に由来する総流量は、総降雨量による。垂直軸に流量を水平軸には降雨量をプロットしなさい。その地域の予想雨量は、27.5 cm である。この量はかつての流域で記録された以上のものである。その予想雨量に対する総雨量を予想するために、最後の 2つのポイントを越えてグラフの曲線を伸ばさなければなりません。

#### 4-10 「人が水循環を変えている」

森林伐採などの人間活動が土壌侵食を速めているということが説明されている。また、自然状態での富栄養化が進む過程について説明した後、人間活動によりその進行が速められていると強調している。

本教科書においては、自然を変化する動的なものとして捉えているため、人間活動がその変化の速度を速めているというように記述されている。

本教科書においては、水循環モデルの中に「洪水」を位置付けているところに大きな特徴がある。いわば、水の量を中心に置き、水循環を取り上げているといえる。このような取り上げ方は、洪水の原理・しくみ面での指導を行う際に、非常に参考になるものと思われる。その点に関して、気づいたことを上げてみると、まず、「水の貯留」について非常に詳しく書かれているということが上げられる。湖や沼、湿原などの貯水池としての働きを強調している。また、土壌と岩石の中の水の移動についても実験を通して「土の保水性」、「土の浸透性」などを探究させ、土壌や岩石そのものの貯水性を強調するとともに、地表に植物が生茂っている所と裸地という実際の状況での水の浸透性の違いについて言及している点も見逃せない。

前述したように、近年に至るまでは、降雨などによってもたらされる水をいかにして都市部と区別し、川に閉じ込め、速やかに海へ移動させるかという理念に基づき、防災対策が取られてきた。ところが、いくら堤防を高くしてもさらに、水量が上回ってしまうという悪循環を招くだけであるという結果に至り、その治水思想の転換を迫られ自然の水循環への復元をめざす総合治水の概念にスポットが当てられるようになってきている。その焦点は、近年においては、一気に川に集中する傾向がある水を「いかにして貯留するか」にあるといっても過言ではない。それゆえ、本教科書にみられるように「陸水の貯留」を強調した学習指導を行うことは、非常に重要性を帯びてきている。

## (2) 地形形成作用としての河川の働きと洪水害指導

自然の水循環に位置付けられる陸水の移動を地球科学的に捉えた場合、それは太陽エネルギーに源を発する減起伏作用、つまり、平坦な地形を造り出す働きに他ならない。その働きは、排水システムとして陸水の移動の中心的役割を担っている河川の重要な機能の1つとなっている。特に、我が国の場合、国土の80%以上が山地であるという特殊な自然条件であることからその働きは著しい。外国の河川と比較してみると、明らかなことであるが、我が国のほとんどの河川は中流部が極端に短くなっている。明治に来日したオランダの土木工学者デレーケが、我が国の常願寺川を称して「まるで滝のようである」と述べたことは言い得て妙である。したがって、どの河川も急流で、侵食され運ばれてくる土砂の量も非常に多い。河川の下流部などに広がっている平坦な地形は、すべて河川により造られたと言っても過言ではない。ましてや、洪水時には、水量が増すことにより水速が増し、その侵食力、運搬力が極端に増大するため河川の地形形成作用もいっそうその働きが増すことになる。

「中学生の災害に対する意識の実態と望ましい防災教育のあり方(1)——地震を例として——」で論じた理科における防災教育の目標に近づくためにも河川の地形形成作用という一面を取り上げることは、必要ではないかと思われる。理科においては、その目標を

「対応の仕方を考えることができ賢い意思決定ができる」ような人間を育成することに置くと考え。対応の仕方を考え、災害を念願においた意思決定に至るためには、その前提として池田健一のいう状況を再定義する必要がある。そのためには災害に対する危険性を認識することがその前提になる。地震に関連した災害の場合には、その災害をもたらす自然現象をその発生する自然条件と絡めて原理・しくみ面からの学習をすることにより、それらの危険性を認識する能力を育成することが可能であるという結果が得られている。しかし、洪水害の場合には、その原理・しくみ面からの学習から河川の流域の危険性は認識できるが、災害に見舞われやすい環境を特定することはできない。洪水害の場合には、地表を水が移動することによりもたらされる。それゆえ、より具体的な環境を特定するためのめやすとして地形が考えられる。その意味でも、河川の地形形成の働きを防災教育の学習内容として取り上げていくことは、意義深いものと思われる。

また、川という自然の特殊な歴史性から人間の手による地形改変についても積極的に取り上げていく必要がある。その中でも「河川の流路変更、瀬変え」などは重要な部類に入るものと思われる。

地形形成作用は、中学校レベルにおいてはこれまで、地層を形造る「流水のはたらき」として取り扱われてきた。我が国におけるその学習内容を歴史的に概観してみると、どの時代においても同様な展開がみられる。川の水の働きとして、「侵食作用」、「運搬作用」、「堆積作用」を上げ、それらの結果として三角州、扇状地といった地形が形成されている。

三角州、扇状地といった特徴的な地形は、流水の三作用が絡み合い、その結果としてできる。たとえば、扇状地は、山合いの急勾配の流路を「侵食作用」によって削り取られた多量の土砂を含んだ水が一気に流れ下り、山合いから平野部に流路が出た所でその河川勾配が急に緩やかになるにつれ、「運搬作用」が弱まり、「堆積作用」が盛んになり形成される。三角州の形成には、これらに海水の働きが条件として加わる。また、昭和26年、33年度版の学習指導要領に基づく教科書にみられるV字谷などは、河川の上流部で河川勾配が急であるがため、一方的に、「侵食作用」のみが盛んに行われ形成される。つまり、これらの特徴的な地形は、川の勾配に支配されているということになる。川の勾配が急になったり、緩やかになったりすることで流速が変化する。流速が速ければ、「侵食作用」、「運搬作用」が盛んであり、逆に、遅いと「運搬作用」が衰え、「堆積作用」が盛んになる。流速を規定する条件としては、川の勾配といった地形的要因とともに、気象的要因ともいうべき川の流量が上げられる。川が増水しているときに、川の水がどす黒い色をしているのは、多量の土砂が運ばれているためである。水量が多いため「侵食作用」、「運搬作用」が盛んに行われる。したがって、昭和44年度版の学習指導要領に基づく教科書にみられる展開のように、これら三作用の働きを地形的要因、気象的要因と絡めて、水速との関係から捉えさせていくことも重要ではないかと思われる。

そして、昭和26年～昭和44年度版の教科書にみられるように、これらの関係を捉えさせた後に、それらの結果として、扇状地、三角州などの地形形成について考えさせることが望ましいものと思われる。さらに、昭和33年、44年度版の教科書にみられるように、三角

州が発達したものとして沖積平野形成へと展開していくことにより、現在、我が国の都市が発達している平野部は、川の洪水によってもたらされた地形であるという認識が生まれるものと考えられる。その結果、洪水害に見舞われる自然環境の範囲が川の流域だけでなく面的な広がりを持つことになる。地形を形成している土砂は、川の水に運ばれてきたのであるから、扇状地や三角州の端々まで川の水が地表を流れたことになる。また、これらの地形は、一度の洪水で形成されたのではなくたび重なる洪水により形成されている。つまり、何度も何度も同じ所が洪水に見舞われたことになる。したがって、周期的な大豪雨の際には、その地域が再び洪水に見舞われる危険性があるという予測が成り立つとともに、洪水に見舞われる必然性をも認識することにつながるものと思われる。

なお、生徒の中には、大きな広がりを持つ地形が川の働きによって形成されたとは、信じられないものもある。その際には、増水時の川の様子や我が国の特殊条件に関係付けて地形が急変した事例などを提示することが効果的ではないかと思われる。地形ではないが、水の力のすごさを認識させる事例として、石川県の手取川で国土地理院発行の5万分の1の地図にも表示されている百万貫岩と呼ばれている375万kgもある岩が移動したということを提示することなどが有効ではないかと思われる。

### (3) 洪水害を対象とした防災教育の指導計画一試案

洪水害を取り扱う場としては、中学校第2分野の「天気の変化」での台風・低気圧、あるいは、梅雨前線の学習に関連して取り上げるか、「天気の変化」学習後に学習する「大地の変化」での流水のはたらきの学習ですでに学習済みの台風・低気圧・梅雨前線と関連させつつ取り上げていくことが考えられる。

以下に、その際に、取り上げていくべき学習内容及びそのねらい、そして、大まかな指導の流れについて提示する。

学習内容	指導のねらい	資料・教材・実験等
<ul style="list-style-type: none"> <li>・利根川の堤防の改修の歴史を洪水害と関連させて事例として提示</li> <li>・水循環モデルについて</li> </ul> <p>(1)日本の特殊な気象条件</p> <p>(2)土壌の透水性・保水性</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堤防の危険性を正しく認識させ洪水害に対する学習意欲を高める。</li> <li>・洪水の原理・しくみを理解させ災害環境を認識するつまり、災害に対する危険性を認識するための基礎を育成する。</li> <li>・我が国は諸外国と比較して降雨量が非常に多いということを認識させ、それらの多量の水の行方を考えさせることで水循環の導入とする。</li> <li>・土壌の種類により粒子間の間隙が異なり透水性が異なることを認識させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・明治43年洪水</li> <li>・昭和10年洪水</li> <li>・昭和22年洪水</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・土壌の間隙率実験</li> <li>・土壌の透水性実験</li> </ul>

学習内容	指導のねらい	資料・教材・実験等
<p>(3)森林の保水性</p> <p>(4)地下水の存在</p> <p>透水層と非透水層</p> <p>地下水の移動する速さと摩擦力との関係</p> <p>地下水の流れと川の水面との関係</p> <p>(5)表面流出について</p> <p>(6)排水システムとしての河川</p> <p>(7)湖・沼・湿原などの貯水池としての働き</p> <p>(8)川や湖の容量</p> <p>(9)洪水</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土壌には、水を保つ働きがあるということを認識させる。</li> <li>・ 毛管現象を認識させ、土壌中に含まれている水が再び地表付近に上昇するということを認識させる。</li> <li>・ 同じ種類の土壌でも植物の有無により保水能力に差があることを認識させ、森林の重要性を認識させる。</li> <li>・ 土壌に浸透した水の行方を考えさせることにより地下水の存在を認識させる。</li> <li>・ 水を透しやすい層と透しにくい層の存在から透しにくい層の上に水が貯留されることを認識させる。</li> <li>・ 岩石の間隙の摩擦力のために地下水の移動速度は非常に遅いということを認識させる。</li> <li>・ 重力のため地下水面と川の水面とが同じ高さになるように、地下水が川に供給されることを認識させるとともに、その供給速度が遅いため降雨がなくても川の流れが絶えることがないということを認識させる。</li> <li>・ 地下が地下水で飽和状態のときのみ降水は地表面を流れることを認識させる。</li> <li>・ 表面流出した水は、低い方へと流れ出しやがて川や湖に集中するということを認識させる。</li> <li>・ 水は湖などに一時的に貯えられ少しずつ川に供給されることを認識させる。</li> <li>・ 川が水を排水する容量には、限界があることを認識させる。</li> <li>・ その限界を補うために、自然状態では、土壌・森林の保水、下水、湖などの貯留システムがあるということを強く認識させる。</li> <li>・ 自然の保水量・貯水量の限界を越えると川の容量を越え洪水が起こることを理解させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土壌の毛管現象実験</li> <li>・ 裸地と植物を植えた土壌の保水性の違いの実験</li> <li>・ 川の横断面と縦断面からおよその容量を求めさせる</li> </ul>

学習内容	指導のねらい	資料・教材・実験等
<ul style="list-style-type: none"> <li>・洪水の地球科学的な側面である地形形成作用</li> <li>(1)流速と水量、勾配との関係</li> <li>(2)流速と侵食作用</li> <li>(3)流速と運搬作用</li> <li>(4)堆積物が運ばれる距離と堆積作用</li> <li>(5)河川の上、中、下流と流水の三作用</li> <li>(6)流水の三作用と地形</li> <li>V字谷</li> <li>扇状地</li> <li>三角州</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・増水時などの川の水の様子から川の水は土砂を運ぶ働きがあることを思い出させ、洪水の地球科学的な側面である地形形成作用へと学習の焦点を転換させる。</li> <li>・水量が多いほど、勾配が大きくなるほど流速が速くなることを理解させる。</li> <li>・流速が速ければそれだけ侵食力も増すことを理解させる。</li> <li>・流速が速ければそれだけ運搬力も増すことを理解させる。</li> <li>・堆積作用と運搬作用が裏表の関係にあることを堆積物が運ばれる距離との関係から理解させる。</li> <li>・河川の縦断面図から上、中、下流においてどのような流水のはたらきが盛んであるのかを考えさせる。</li> <li>・流水のはたらきによりさまざまな地形が形成されることを流速との関係から理解させる。</li> <li>・災害環境を認識するつまり、洪水害が起こる危険性がある環境を認識するための能力を育成する。</li> <li>・川の上流では勾配がきつくその流速が速いため侵食、運搬作用が盛んで川底が激しく削り取られるため字谷のがような地形造られることを理解させる。</li> <li>・山合いを流れてきた川が開けた所に出ると急激にその勾配が緩やかになることで急激に流速を失いそこに集中した水が河道を乗り越え、一面に広がることにより扇状地のような地形が速られることを理解させる。</li> <li>・下流では、河川の勾配が緩やかなため運んできた物質を次第に川底に堆積させていき、川底が上昇し川の水が溢れやすくなることを理解させる。</li> <li>・溢れた水は、川の流域に土砂を堆積させるとともに新しく流れやすい道</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流速と水量、勾配との関係を調べる実験</li> <li>・流速と侵食力との関係を調べる実験</li> <li>・流速と運搬力との関係を調べる実験</li> <li>・流速と堆積物が運ばれる距離との関係を調べる実験</li> <li>・河川の縦断面図</li> </ul>

学習内容	指導のねらい	資料・教材・実験等
<p>日本の地形的条件と気象的条件</p> <p>日本の平野の形成</p> <p>・人が水循環を変える(水の貯留性の低下) (1)森林破壊による洪水の増加</p> <p>蒸散作用</p> <p>降水遮断</p> <p>腐葉土の働き</p> <p>土壌の粒子間隙を保つ</p>	<p>を流れ始めることを理解させる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・新しくできた川が溢れるとまた土砂を堆積させ新たな道を求めて流れ始めることを理解させる。</li> <li>・この繰り返しにより次第に平坦な地形が造られていくということを理解させる。</li> <li>・我が国は、地形的条件からも気象的条件からも流出土砂量が非常に多いということを認識させる。</li> <li>・現在、日本の主要都市が集中している平野部は繰り返し起こった洪水そして、海水面の変動により造られたということを理解させ、自分たちが住んでいる地域でも周期的な大豪雨に見舞われた際には、洪水害に見舞われる危険性があること、そして、その必然性をも認識させる。</li> <li>・森林を伐採することにより自然界の貯留システムの1つである森林の機能が著しく低下することを認識させる。</li> <li>・森林には植物による保水能力以外にも数々の、水を川へ流さないための働きがあることを認識させる。</li> <li>・地表にもたらされた水を再び大気中へ戻す働きがあることを認識させる。</li> <li>・降水が地表に到達するのを遮る働きがあることを認識させ、遮断された水は蒸発し大気中へ戻ることを認識させる。</li> <li>・植物の落葉からできる腐葉土がスポンジのように水を貯える働きをすることを認識させる。</li> <li>・雨滴が直接地表に叩きつけられることを防ぐ働きがあることを土壌の間隙、透水性と関連させつつ認識させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日本と世界の川の縦断面の比較図</li> <li>・日本と世界の主要都市の降水量の比較図</li> <li>・関東地方の地形と貝塚の分布図</li> <li>・関東平野と東京の地形の変遷</li> </ul>

学習内容	指導のねらい	資料・教材・実験等
<p>(2)都市化による洪水の増加</p> <p>水田, 畑の減少 林, 空き地の減少 下水道の完備 中, 小河川の埋め立て道路 のアスファルト化 上流部での森林の減少と宅 地開発の丘陵地帯への進行</p> <p>利根川の堤防改修計画の失 敗</p> <p>総合治水計画 (余)神田川の多目的遊水地青森 市沖館川の多目的遊水地 (余)相模原市の各家庭における 雨水貯留施設</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現在では, 都市化により降水の河川 への集中が進み洪水が起こりやす くなっているという現状を認識させ, 既習事項をもとに対応の仕方を考え させる。</li> <li>・水田, 畑の減少, 林, 空き地の減少, 下水道の完備とそれに伴う中, 小河 川の埋め立て, 道路のアスファルト 化が洪水に対しどのような意味を持 っているのかを考えさせる。</li> <li>・上流部での森林の減少や宅地開発が 洪水に対しどのような意味を持って いるのかを考えさせる</li> <li>・洪水に対する現状を改善するにはど うしたらよいか, 既習事項をもと に考えさせる。</li> <li>・都市化という河川の流域の変化から かつての利根川改修計画が失敗に終 わった理由を考えさせ堤防による洪 水対策の限界を改めて認識させる。</li> <li>・現在, 進められている治水計画の考 え方を理解させる。</li> <li>・洪水を起こさないためには一人ひと りの努力も重要であることを認識さ せる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ある都市の古い地図 と新しい地図を比較 させる</li> </ul>

指導計画試案の中に示されている実験について, 簡単な説明を付け加えておく。

- ・土壌の間隙率実験, 透水性実験, 毛管現象実験については, ①の Investigating the EARTH third Edition の項を参照にされたい。
- ・裸地と植物を植えた土壌の保水性の違いの実験  
傾斜の付いたバットを2つに仕切る。一方には, 上部に土壌のみを盛る。そして, もう一方には, 植物を植えた等量の土壌を上部に盛る。それぞれの土壌に等量の水を注ぐ。しみ出てきた水をバットの下部でビーカーに集め, 両方の水の量を比較する。
- ・流速と水量, 勾配との関係を調べる実験  
雨といに傾斜を付け, スタンドに固定する。雨といの上部を水道の蛇口の下に置き, 下部には発泡スチロールなどの空箱を置いておく。
  1. 蛇口をひねり, 一定量の水を雨といに流す。コルクの栓を用意し, 雨といの上部から下部まで移動するときの時間を測定する。同じ操作を何回か繰り返し平均時間を求める。雨といの長さからコルクが移動する時間を求めそれを流速とする。



2. スタンドに固定された雨といの上部を上へ上げ、傾斜を大きくする。その状態で1と同じ操作を繰り返す。
  3. 雨といの傾斜を1と同じ状態に戻す。その状態で1のときよりも水道の蛇口をひねり、水量を増し、1と同じ操作を繰り返す。
- ・流速と侵食力との関係を調べる実験  
傾斜を付けたパットの中に砂を厚目に敷く。そのパットの上部を水道の蛇口の下に置き一定量の水を流し、そのときの砂の様子を観察し記録する。その後、砂を元の状態に戻し水道の蛇口をさらにひねり水量を増したときの、つまり、流速を増したときの砂の様子を観察し、記録して置いた砂の状態と比較する。
  - ・流速と運搬力との関係を調べる実験  
傾斜を付けたパットの上部に等量の砂を盛り、水量を変え、つまり、流速を変え、水を流したときに運ばれる砂の量を比較する。
  - ・流速と堆積物が運ばれる距離との関係を調べる実験  
流速と運搬力との関係を調べる実験において、水量を変えたときに、つまり、流速を変えたときに運ばれた砂の距離を比較する。
- また、指導計画の中に示されている余談についても簡単な説明を付け加えておく。
- ・導入部で取り上げている利根川の堤防改修計画に関しては、はじめにを参照されたい。
  - ・神田川の多目的遊水池<sup>10)</sup>  
神田川の支流妙正寺川には第1調節池と呼ばれる多目的遊水池がある。この調節池は平時は公園的広場として利用している。洪水時の貯留能力は3万立方メートル。
  - ・青森市の沖館川の多目的遊水池<sup>11)</sup>  
この多目的遊水池は、中学校、小学校のプロティ型校舎、運動施設としてのグラウンド、それに運転免許試験場、公園という組み合わせになっている。
  - ・相模原市の雨水貯留施設<sup>12)</sup>  
相模原市では、個人レベルでの洪水対策の努力が行われている。通常の下水道に連なる管とは別に雨といから直接、各家庭の庭に水を浸透させるような設備(雨水浸透柵)を設け、降水が河川へと一気に集中するのを防いでいる。

## 5. おわりに

本報告においては、現代の中学生が抱えている洪水害に対する意識の実態を明らかにするとともに、外国の教科書にみられる洪水害に関する指導展開を参考にしつつ、我が国の国土の実態、将来の市民としての責任を担うべき中学生の意識の実態に見合った防災教育の展開について論じてきた。

最終的に、一試案を提示するに至ったが、現段階では、あくまでも一試案に過ぎない。そこで、今後、実際に、中学生を対象として、この試案に基づいた授業を展開するなど実践的な研究を積み重ね、本試案を少しずつでも高めていく必要がある。

昨今、ようやく我が国においても、環境問題に市民の目が注がれるようになってきた。

環境問題から目を反らすことができないほど、事態が切迫してきたのである。教育現場だけが時代の要請に取り残されないよう、この分野での研究が盛んになるよう切に望む。

#### 引用文献

- 1) 高橋 裕：「国土の変貌と水害」，岩波書店，p. 202, 1971.
- 2) 高橋 裕：同上書，pp. 24-26.
- 3) 宮村 忠：「水害」，中央公論社，pp. 75-76, 1985.
- 4) 宮村 忠：同上書，p. 75.
- 5) 水谷要治：「熊沢蕃山，安藤昌益の生態学的思想と今後の理科教育に示唆するもの」，日本理科教育学会研究紀要，Vol. 25, No. 1, pp. 29-31, 1984.
- 6) 宮村 忠：前掲書（3），p. 178.
- 7) 高橋 裕：前掲書（1），pp. 124-127.
- 8) 高橋 裕：「都市と水」，岩波書店，pp. 29-32, pp. 43-75, 1988.
- 9) 羽賀貞四郎，尾又利一：「ESCP 地学の概観」，地学教育，Vol. 20, No. 1, pp. 5-7, 1967.
- 10) 高橋 裕：前掲書（8），pp. 56-59.
- 11) 高橋 裕：前掲書（8），pp. 65-66.
- 12) 今井 宏：「知水のすすめ」，ぎょうせい，p. 102, 1984.