

平成 23 年度

サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト (SPP)

実施報告書

栄東中学・高等学校 理科研究部

～地震とどのように向かい合えば良いか～

増田 滉己 川瀬 響

(講座番号 AG110436)

はじめに

日本は4つのプレートの境界に位置しており、そのため地震が多発する。近い将来発生が予測されている東海地震はもちろん、その他の地域でも大きな地震を経験する可能性が常にあり、仕事やレジャー先などの、不案内もしくは頼れる人が近くにいない地域で被災することも十分に考えられる。このことから個々人で地震について考えておく必要があると言える。そして、公的機関である気象庁が2007年より広く一般向けに緊急地震速報を発信し始めたことや、日本に限らず大きな地震が起きたときに多くのワイドショーで地震に関する特集が組まれることから、「日本において地震はとても身近な災害である」ことは広く認知されていると思われる。では、地震が身近であることとその危険性を理解した上で対策を考えるときに、何を参考にし、どのような指針を立てればよいか。第1編：歴史地震・東北地方太平洋沖地震津波の調査と、第2編：地震に関する最新技術・マスコミ(伝え手)の立場から見た地震、の二編構成で論ずる。

第1編 歴史地震編

1. 歴史地震の痕跡を探す

1-1. 講座の概要

歴史地震の痕跡を探すことを目的として、二つの野外巡検を行った。一つ目(2011年8月17日実施)は、株式会社小堀鐸二研究所の武村雅之氏に御指導頂き、1923年に発生した関東大震災に関係する慰霊碑や記念碑を探すため、東京都墨田区(横網町公園とその周辺)を歩いて調べた。二つ目(同8月19日午後実施)は、独立行政法人産業技術総合研究所活断層・地震研究センターの宍倉正展氏に御指導頂き、地震による地盤の隆起の痕跡を探すため、三浦半島を歩いて調べた。

1-2. 関東大震災を受けて

関東大震災は約 10 万 5 千人の死者を出しており、明治以降に日本で発生した他の自然災害と比べても圧倒的に大きな被害を出している(表 1)。このような関東大震災の痕跡は具体的な形としてどのように残っているのか、当時の被服廠跡があった横網町公園とその周辺を調べた。

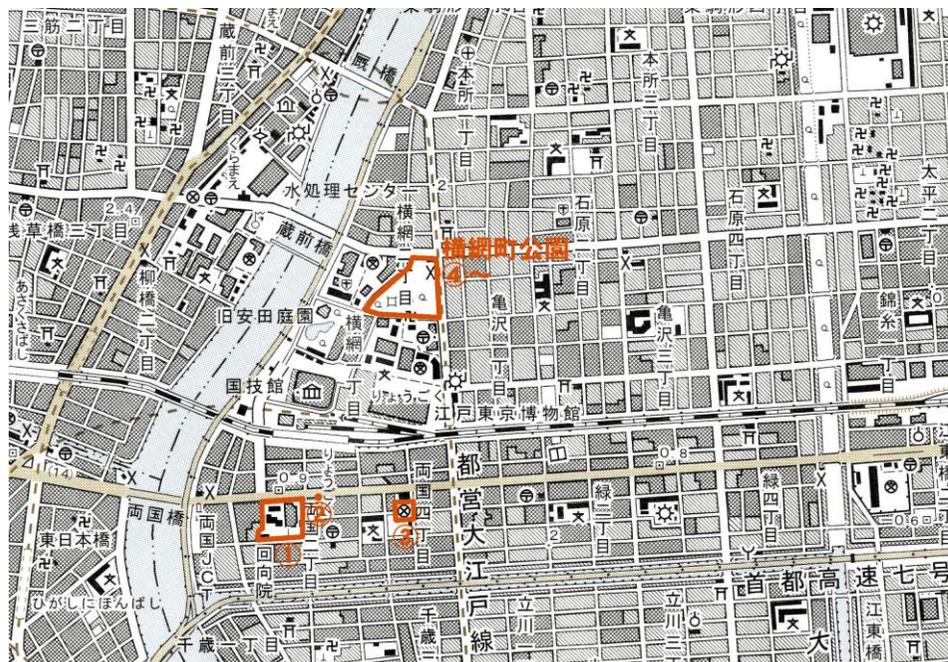
次ページに示す図は、横網町公園付近で見つけた関東大震災に関する碑や像である。それぞれの建てられた経緯や、そこから読み取れる教訓について記す。

表 1 明治以降に日本で発生した主な自然災害

災害名	発生日	死者・行方不明者(人)
関東大震災	1923/9/1	約 105000
明治三陸津波	1896/6/15	21959
東日本大震災	2011/3/11	19824
濃尾地震	1891/10/28	7273
阪神淡路大震災	1995/1/17	6437
伊勢湾台風	1959/9/26-27	5098

『理科年表 平成 24 年』より

調査地点付近の図(図中の番号は、次ページの碑等の番号と対応)



(国土地理院 東京首部 1/25000 地形図を縮小)



①回向院 大震災横死者之墓



②本所松坂町跡の碑(京葉道路南側歩道)



③本所警察署 大震災火災相生警察署員殉職之碑
本所原庭警察署殉職警察官碑



④横網町公園 震災遭難児弔魂像



⑤横網町公園 幽瞑鐘



⑥横網町公園 関東大震災朝鮮人犠牲者追悼碑



⑦横網町公園 石原町遭難者碑



⑧横網町公園 青嵐句碑

【石碑等が建てられた経緯や秘められた教訓】

- ①地元の相生理髪業組合が、震災で横死した九十余名の魂を弔うために建てた墓である。
- ②震災後の区画整理によって失われた「本所松坂町」の名を残すために建てられた。当時の町名を残しておくことで、「震災のことを忘れない」という意思が読み取れる。
- ③多くの避難者を助けようとして殉職した警察官を悼んで建てられた。
- ④震災で亡くなった小学校の児童約 5000 人の死を悼み、長く追憶し、その冥福を祈るために、当時の学校長らが中心になって建てた。
- ⑤震災で亡くなった人の追悼のため、中国仏教徒が寄贈した。
- ⑥震災時に広まった流言飛語によって殺された朝鮮人への追悼碑である。非常事態時であるからこそ正しい情報を共有することの大切さが読み取れる。
- ⑦石原町市民約 8000 人中 7000 人の犠牲者が出たことを追悼し、同じような惨事をおこさないために建てられた。
- ⑧震災当時東京市長であった永田秀次郎氏の追慕で建てられた。

1-3. 三浦半島の地層に残る地震による隆起の痕跡

相模トラフ沿いを震源とする海溝型地震(1703年元禄地震や1923年関東地震)は約200年の間隔で発生している。神奈川県三浦半島では、このタイプの大地震が発生するたびに地盤が隆起しており、1923年の関東地震の際には1.0~1.5mほど隆起した。宋倉正展氏に御指導頂き、その痕跡を探するため荒崎海岸および岩堂山、宮川公園を訪れた。

・化石による痕跡

岩礁に生息するゴカイの仲間ヤッコカンザシという生物がいる。海水面付近に棲んでいるが、関東地震による地盤の隆起によって干上がり、化石となった。ヤッコカンザシの化石が海水面からどのくらい上に見られるのかに注目して、隆起量を推測することが出来る。これを観察するため、荒崎海岸の岩礁を調べた(写真は8月19日14時頃に撮影)。



海岸付近の岩(荒崎海岸)



ヤッコカンザシを含む層の拡大図

・段丘による痕跡

三浦半島では平らな土地が何段も積み重なったような地形がみられる。この一段一段は、地震の度に海底が隆起して出来上がったものである。岩堂山から宮川公園まで、段丘を観察しながら歩いた。



岩堂山から望む段丘

1-3 の調査地点



(国土地理院 秋谷・浦賀・三浦三崎 1/25000 地形図を縮小)

2. 東北地方太平洋沖地震津波の調査

2011年(平成23年)3月11日14時46分、三陸沖を震源とするMw9.0の東北地方太平洋沖地震(以下、今回の地震と記述)が発生した。地震の揺れとそれに伴う津波(以下、今回の津波と記述)は、北海道から神奈川県まで1都1道10県で15000人以上の方が亡くなるという、戦後の自然災害の中で最悪の被害となる東日本大震災をもたらした。そして、今回の地震から9か月経った12月現在、行方不明の方は3500人を超え、また、多くの方が仮設住宅での生活を余儀なくされている。

理科研究部ではSPPの講座の一環として、2011年(平成23年)11月19日、20日に、今回の津波による被害が特に大きかった地域の一つである岩手県と宮城県への巡検を実施した。そこで実際に今回の津波の被害状況を視察し、今後の地震・津波に対する防災・減災について考えた。また、三陸地方に古くから建てられている石碑等の見学をし、歴史地震を学ぶことの重要性を考えた。この章では、*I - 東北地方太平洋沖地震による津波の被害*、*II - 東北地方に見られる歴史地震を伝える石碑*、の2部に分けて、今回の巡検の結果を報告する。

2-1. 行程

18日(金) 22:00 東京・浜松町発 (京浜急行バス「ビーム1号」)車中泊

19日(土) 7:00 宮古駅着

2日間貸切バス(大洋交通)を利用し、今回の地震による被害状況、復興状況の視察や、津波に関する石碑等の見学を行った。

7:45 宮古市田老地区

10:15 大槌町

10:40 釜石市片岸町の石碑

11:00 釜石市釜石東中学校

12:10 釜石市唐丹町の石碑

12:25 釜石市唐丹町の防波堤

13:45 大船渡市街地

15:00 大船渡湾口防波堤跡

15:30 大船渡市の石碑

16:20 陸前高田市

17:00 気仙沼市 JR 鹿折唐桑駅

17:20 気仙沼市魚市場

石巻市 旅館 小松荘にて泊

- 20日(日) 7:30 石巻市魚町
- 9:45 松島町マリニピア松島水族館
- 12:15 仙台市浪分神社
- 13:15 名取市関上地区
- 13:50 仙台空港
- 15:15 山元町
- 17:22 岩沼駅発、東北本線
- 18:46 福島駅発、東北新幹線
- 20:18 大宮駅着、解散

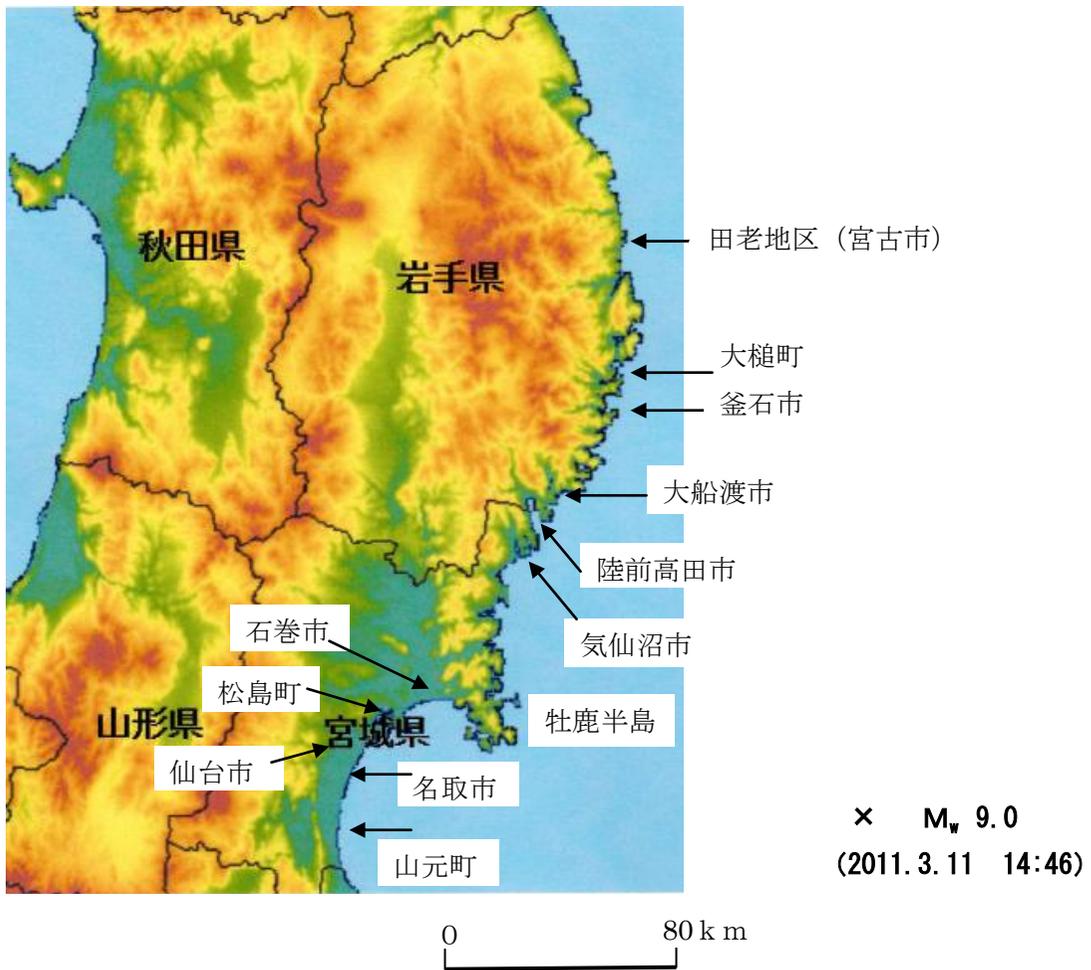


図 1 調査地域(国土地理院より引用(一部加筆)、×印は本震の震央)

I - 東北地方太平洋沖地震による津波の被害

	死者	行方不明者	合計	建物被害	津波の高さ	最大波到達時刻
宮古市	420	114	534	4675	遡上高 11.7～19.1m 〈宮古市田老〉 (東大地震研究所、以下同様)	15:26 (気象庁)
大槌町	802	505	1307	3717	11.5～13.4m 〈大槌町赤浜〉	
釜石市	887	169	1056	3641	12.7～20.3m 〈釜石市唐丹本郷〉	15:21 (海上保安庁)
大船渡市	339	88	427	3629	痕跡高 9.7m 〈大船渡市野々田〉 (気象庁)	15:18 (気象庁)
陸前高田市	1554	298	1852	3341	浸水深 12m 〈陸前高田市民体育館〉 (建築研究所・他、以下同様)	
気仙沼市	1030	343	1373	11026	浸水深 6m 〈気仙沼市松崎〉	
石巻市	3181	651	3832	33378	浸水深 6m 〈石巻市立病院看護宿舎〉	15:26 (気象庁)
松島町	2	0	2	1759	3.8m (松島町)	
仙台市	704	26	730	114533	痕跡高 7.2m 〈仙台市宮城野区港〉 (仙台管区气象台)	
名取市	911	56	967	3866	浸水深 5～6m 〈名取市閑上〉 (建築研究所・他、以下同様)	
山元町	671	19	690	3275	浸水深 4m 〈山元町高瀬〉	

表 2 今回の巡検で訪れた各市町の津波被害状況

(死者・行方不明者・建物被害状況は 2011 年 12 月 28 日現在 岩手県 宮城県の発表)

(建物被害:建物の全壊と半壊を合わせた数)

2-2. 被害状況～リアス式海岸

2-2-1. 宮古市田老地区

宮古市田老地区は、かつては田老町、村として独立していたが、2005年に合併し宮古市の一部となった。明治三陸地震(1896年)や昭和三陸地震(1933年)で町全体が津波により壊滅的な被害を受けており、昭和三陸地震後に当時の関口松太郎村長によって防潮堤構想が立ち上がった。第2次世界大戦などを経て、構想から40年以上たった1978年には3つの防潮堤(陸側が第1防潮堤、海側北が第2防潮堤、海側南が第3防潮堤)が完成した。これらはX字型に配列され、海面からの高さ10m、総延長2433mという巨大なもので、「万里の長城」とも呼ばれた(図2)。チリ地震津波(1960年)の際は、大船渡市での死者53人の被害をはじめ、三陸沿岸の他の市町村で被害が出ている中、田老町ですでに完成していた防潮堤が功を奏して、2.7mの津波が来襲したものの被害はゼロに食い止められた。

しかし、今回の津波はこの防潮堤を超えて田老地区を襲い、町の中心部に侵入した。3本あった防潮堤のうち、海側北の第2防潮堤が破壊された(図3)。田老地区における死者・行方不明者は200人近くに上る。

今回の地震から8か月を経て、我々は防潮堤内部に広がっていたのであろう瓦礫の山がほとんど撤去され、沿岸部に集められていたのを確認した。しかし、市街地は今も更地のままで、人気はあまりない(図4)。

第1防潮堤から200mほど内陸に向かって歩くと高さ10mほどの、防潮堤と同じくらい



図2 田老町の防潮堤(赤、黄、茶色の線)



図3 第2防潮堤跡



図4 第1防潮堤内部



図5 内陸200mのところにある崖

の高さの崖にぶつかる(図5)。ここにはある高さまで傷がついており、傷のある高さまで津波の漂流物がやってきたと推測できる。また、崖上の住宅は震災前から建っているようで、今回の津波は、少なくとも破壊力を持って崖を超えることはなかったようだ。また地形図からも、田老地区ではおおむね海岸から200~500mほどで近くの高台に避難できることが分かる。

2-2-2. 大槌町

大槌町は、大槌湾と船越湾に面しており、町の中心部は大槌湾沿いに広がっている。町では今回の津波によって火災も発生し、死者・行方不明者合わせて1307人という被害が出ている。

我々は、町の中心部近くにある城山公園から町を一望した(図6)。木造の建物はほとんど残っていない。写真左端に見えるコンクリートの2階建ての建物が大槌町役場(休止中)である。ここで、加藤宏暉町長をはじめ多くの町職員の方が津波によって亡くなった。

また、大槌川に沿って建てられている堤防が一部損壊しているのが確認できた(図7)。損壊した堤防の付近には橋脚が残されており、これはJR山田線の橋であったようだ。JR山田線は盛岡駅から釜石駅を結ぶ路線で、今回の地震・津波の影響で2011年12月現在も宮古~釜石駅間で不通になっている。



図6 城山公園から南東方向



図7 損壊した堤防(黒い部分)

2-2-3. 釜石市

釜石市は、大槌湾、両石湾、釜石湾、唐丹湾に面する都市で、今回の地震・津波によって市内各地で大きな被害を受けた。死者・行方不明者の数は1056人に上っている。



図8 釜石東中学校の被害跡

我々ははじめに、今回の津波で被害を受けた釜石東中学校を訪れた(図8)。校舎の3階部分までの窓ガラスが割れており、校舎の大部分が水没したことが分かる。地震発生当時、学校には課外活動や部活動をする生徒がいたが、地震発生直後に日頃の避難訓練を生かして内陸へ避難し、当日学校にいた生徒は全員が助かった。釜石市内の小中学校では日常的に防災教育が行われており、市内の他の学校でも多くの児童・生徒が無事に避難をすることができた。



図9 唐丹町の防波堤

続いて我々は、唐丹湾に面する唐丹町小白浜の防波堤を訪れた(図9)。この防波堤は高さが12mあるが、今回の津波によって大きく損壊しており、津波のエネルギーの大きさを改めて実感した。

2-2-4. 大船渡市

大船渡市は大船渡湾、綾里湾に面する都市で、死者・行方不明者の数は427人に上っている。我々は大船渡湾周辺に広がる市街地の被害状況を視察した。

最初に大船渡市役所を訪れ、NHK盛岡放送局元職員の山川健氏、大船渡市総務部(防災管理室)の村上智哉氏と合流した。話を伺うと、今回の津波は内陸3kmほどの地点までやってきて、瓦礫を運んできたそうだ。

次に、海岸から200mほど離れたところにある大船渡商工会議所周辺を訪れ、地盤沈下の様子を見た(図10)。大船渡市では今回の地震による地殻変動で70cmほどの地盤沈下が観測されている(国土地理院)。これに伴い、道路等は砂利を積み上げて応急処置としているそうだ。

その後は市立大船渡中学校に向かった。途中には流失したか、あるいは撤去されたJR大船渡線の線路も見ることができた(図11)。



図10 かさ上げされた道路



図11 大船渡線の線路跡

JR 大船渡線は、2 - 2 - 6. で紹介する鹿折唐桑駅を通り、一関市一ノ関駅と大船渡市盛駅を結ぶ路線で、2011 年 12 月現在、路線の半分近くにあたる気仙沼～盛駅間で不通になっている。

大船渡中学校からは沿岸の市街地を見ることができた(図 12)。写真では、右端に大船渡湾、中央に今回の津波で被害を受けた平地、左側に被害を免れた高台が見える。このように、大船渡市では海岸や平地から高台までの距離が近く、多くの市民が速やかに高台に避難することができた。これは、次に紹介する陸前高田市とは対照的な結果である。

続いて、大船渡湾にある湾口防波堤跡を訪れた(図 13)。1960 年のチリ地震をきっかけに作られ、1967 年に完成した全長 400m、海底からの高さが約 40m というこの防波堤は、今回の津波によって破壊された。村上氏によると、この防波堤によって、湾奥に設置されている高さ 1.8m の防波堤と合わせて 6m 程度の津波に耐えられるようになっていたようだ。図 14 は、本校理科研究部が 2009 年 8 月に撮影した、被災する前の湾口防波堤である(石間・他、2010)。



図 12 大船渡中学校から北東方向



図 13 大船渡湾口防波堤跡



図 14 在りし日の大船渡湾口防波堤

2-2-5. 陸前高田市

岩手県の南東端に位置する陸前高田市は、今回の地震・津波における人的被害が 1852 人と、岩手県沿岸各市町村のなかで最も大きかった市である。広田湾に面している同市は、今まで見てきた都市とは、湾と平野の広がり方に違いがあることが地形図から分かる。岩手県の三陸沿岸の都市の多くは、細く奥まで入り組んだ典型的なリアス式海岸で、平地も内陸に向かって細く伸びており、高台も近くにある。しかし陸前高田市の場合、広田湾の形が円形に近く、平野もそれにそって幅広く広がっており、海岸平野に近い特徴も持っている。このことは、海岸から高台までの距離が遠く、津波からの避難に時間がかかることを意味しており、同市における被害が拡大した一因になったと考えられる。

我々は陸前高田市の市役所(休止中)から周辺を視察した。先にも述べたとおり、今まで見てきた都市と比べて平野がかなり広く広がっており、海岸から1 km以上離れ、海の見えない市役所からも見渡す限り更地が広がっていた(図 15)。このように海から離れ、さらに津波来襲前の建物が立ち並んだ状態では、津波が来ることは直前まで認知できないと考えられる。3月11日の震災当日は、津波の来襲を告げる防災無線が流れていたそうだが、この無線がなければ津波による被害がさらに拡大したと考えられる。



図 15 陸前高田市役所から北西方向

2-2-6. 気仙沼市

気仙沼市は宮城県の北東端に位置する都市で、中心部はリアス式海岸である気仙沼湾に面している。今回の地震・津波によって1373人の死者・行方不明者が出た。

我々は JR 大船渡線の鹿折唐桑駅を訪れた。海岸から200m以上離れた鹿折唐桑駅前では津波によって打ち上げられた船が県道沿いに放置されていた(図 16)。駅周辺はいまだに、津波によって建物が流失した跡の更地が目立っていた。



図 16 鹿折唐桑駅前の船

2-3. 被害状況～海岸平野

2-3-1. 石巻市

石巻市は宮城県内第2の人口を擁する都市で、東部にはリアス式海岸、南部には仙台平野が広がっている。死者・行方不明者は全市町村中最大の3832人に上っている。

我々は、仙台平野に位置し、漁港、工場や倉庫が広がる魚町地区の被害状況を視察し



図 17 ビルに残った津波の痕跡

た。ビルや倉庫の2階ほどの高さのところには、津波によるものと思われる痕跡があるのが確認できた(図17)。また、海岸沿いの道路の一部は地盤沈下によって水没していた(図18)。石巻市では最大78cmの地盤沈下が観測されている(国土地理院)。



図 18 地盤沈下した道路

2-3-2. 松島町

松島町は、松島湾に面する町で、湾内には松島の島々が点在している。町内では死者2名と、周辺市町村に比べると被害が小さく抑えられた。これは、松島の島々が津波を跳ね返して陸地に届く波の高さを低減させたからだと考えられる。それでも多くの施設が津波によって大きな影響を受けた。

我々はそのような施設の一つ、マリニピア松島水族館を訪れ、館長の西條正義氏に話を伺った。水族館は松島湾に面して立地しており、高さ1.83mの津波に襲われた。その結果ポンプが水没するなどして212匹の生物が死亡し、また館内がヘドロで覆われるなど大きな被害が出た。しかし、事前に宮城県沖地震に対する地震・津波対策が施されていたことや、生物を殺さぬために震災当日から復旧作業を始めたこともあって、水族館は3月11日の震災から約1か月後の4月23日には営業を再開した。

2-3-3. 仙台市

仙台市は宮城県の県庁所在地で、人口105万人の東北最大の都市でもある。仙台平野に位置する同市では死者・行方不明者は730人に上っている。

我々は海岸から5km内陸の浪分神社(2-5.で後述)から、海岸に向けてバスで移動した。バス車内からは、海岸から3km内陸の仙台東部道路を境に、海岸に向かうにつれ水田が荒れていく様子を確認できた。高さ6mほどある仙台東部道路によって今回の津波は大幅に勢いが弱められた。また高台になっている道路によじ登って命が助かった方も多くいた。

その後、海岸沿いに仙台市若林区荒浜から



図 19 荒浜地区の被害状況

名取市に向けてバス車内から被害状況を視察した(図 19)。荒浜地区は海岸沿いにある集落で、数件の家や鉄筋コンクリート造りの建物を除いて何も残っていなかった。周辺は平野が広がっており、近くに高台は見えない。海面から高さ 6.2m の防潮堤を頼みにして避難しなかった住民も多くいたそうだが、高台までの距離がより遠い平野部では津波の来襲に気づいてから避難を始めたのでは確実に間に合わない。今回の津波は防潮堤を超え、内陸に 3 km 以上侵入した。荒浜地区だけで 200 人近くの方が亡くなっている。

2-3-4. 名取市

名取市は、仙台平野に位置する都市で、今回の地震・津波による死者・行方不明者は 967 人に上っている。我々は名取川沿いに位置する閑上地区と、そのさらに南に位置する仙台空港を視察した。

閑上地区の視察は、高台になっている日和山から行った。仙台市の海岸部と同様に平野が広がっているため、見渡す限り住宅跡と思われる更地が広がっていた(図 20)。

仙台空港では、時事通信社の中川和之氏のパソコンで 3 月 11 日の震災当日の被害状況を映像で確認し、現在の状況と見比べた。仙台空港には震災当日、高さ 3.02m の津波が押し寄せた(図 21)。映像では黒い津波が瓦礫、自動車、飛行機を押し流す様子を確認できた。仙台空港は 4 月 13 日に運用を再開し、我々は震災の被害跡を直接確認することはなかった。



図 20 名取市閑上地区の被害状況



図 21 仙台空港の津波到達高さの標識

2-3-5. 山元町

山元町は、宮城県南東端に位置する、太平洋に面した町で、今回の地震・津波による死者・行方不明者は690人に上っている。この町もまた、他の平野部の市町村同様に近くに高台を確認することはできず、鉄筋コンクリート造りの建物を除くと残っている建物はほとんどなかった。我々は、山元町役場にてADRA Japanのメンバーとして山元町の震災復興ボランティア活動に携わっている渡辺日出夫氏と合流し、最初の目的地、町立中浜小学校を訪れた(図22)。ここは海岸から500mほどであり、学校から海を見ることがもできる。3月11日の震災当日、この学校の児童は校舎の屋上に避難し、全員が助かった。校舎内は、床はめくりあがり、ガラスは割れるなどして震災当時の被害の状況を色濃く残していた。

続いて、JR常磐線の坂元駅を訪れた。ここも海岸から500mほどのところにある。駅舎は残っているものの、線路は大部分が流失していた(図23)。またホーム上の電灯は津波によって根元から折れていた。



図 22 中浜小学校体育館の被害跡



図 23 流失した常磐線の線路

2-4. 被害状況についての議論

リアス式海岸と海岸平野の被害状況の違いとして、まず津波の高さがあげられる。東北地方太平洋沖地震の震源は宮城県沖であったが、津波の高さはリアス式海岸の広がる岩手県のほうがおおむね高い傾向にあった。歴史地震、たとえば明治三陸地震(Mw8.4)に伴う津波でも、仙台平野では5m以下の津波の高さであったのに対して、大船渡市で38.2mの遡上高を記録するなど三陸のリアス式海岸では津波の被害が大きく出た(羽鳥, 1995)。また、明治三陸地震だけでなく、昭和三陸地震、チリ地震津波など、三陸地方ではたびたび津波の被害を受けてき

た。次に被災面積については、今回の津波では平地の面積が狭いリアス式海岸における被災面積は限られたが、海岸平野では数km内陸まで津波が侵入し、より広い範囲で被災していた。また歴史地震の中で被災面積が広がった事例として、1854年安政東海地震(M8.4)があげられる。この地震による津波は、名古屋港で2.1mの高さだったが、そこから5.5km内陸の尾渡橋付近まで侵入した(羽鳥,2005)。以上の事例から、リアス式海岸と海岸平野を比較すると、

① リアス式海岸は、津波の高さが高くなることでより高い頻度で被災しやすい。

② 海岸平野では、一度防波堤を超えるような大津波が来襲した場合、エネルギーが大きのまま数km内陸まで押し寄せるため、極めて広範囲が被災する。

ということがいえる。また、リアス式海岸の地形に比べ、海岸平野の場合は海岸近くに高台がない場合が多く、避難に要する距離が長くなる。陸前高田市や石巻市、仙台市、名取市、山元町といった平野部の広い地域において今回の地震・津波による死者・行方不明者が拡大した一因はここにあると考えられる。平野部の広がる地域では、今回の津波で比較的倒壊した数が少なかった鉄筋コンクリート造りの建物や、仙台東部道路にみられる高台を適宜設置し、住民の避難場所として指定することが解決策として考えられる。

また、行政に関して、今回の津波来襲時における各自治体の防災無線の内容の違いに興味深いものがあったので記述する。3月11日、地震発生から3分後に気象庁は大津波警報を発令し、その1分後に岩手県沿岸の津波の高さを3mと予想した。これを受け、釜石市では高さ3mの津波が来る旨を市内のスピーカーで放送した。気象庁はその後、予想される津波の高さを6m、10mと上げていったのだが、停電の影響で釜石市はその情報を得られなかった。一方、大船渡市では津波の高さをあえて伝えずに、はじめから警報の発令だけを伝えた。結果的に釜石市では死者・行方不明者が1060人、一方の大船渡市では430人とかなり差が出ていることが分かる。これは、津波の高さを放送するかしないかで、両市民の間で避難の必要性や、避難先の標高などといった、避難に対する意識の差が出たことが原因の一つとして考えられる。内閣府の調査によると、岩手県において今回の地震の際、多くの情報網が断絶されたことも影響してか、大津波警報の発令を62%の人が防災無線から知ったと答えており、今後の防災を考えるうえで防災無線によるより効果的な避難の呼びかけも課題になるであろう。また、今回は釜石市における市役所の停電や、陸前高田市、大槌町などにおける市役所や役場といった施設の被災がみられたが、今後のまちづくりにおいてはこういった施設が災害の際に十分に機能するように考えることも必要になる。

そして、ライフラインに関してだが、今回我々の巡検をサポートしてくださった大洋交通のバス運転手で、陸前高田市に住む桐田竹彦氏によると、今回の地震発生後は情報が断絶したことで、原発事故のことを知ったのは震災から1週間後、また水道が復旧したのは震災から3か月後ということだった。また、マリンピア松島水族館でも水道の復旧に2週間ほどかかっている。トイレ、風呂などが十分に使用できない場合、衛生上の問題も浮上し、病気が広まる恐れもある。また、再び地震が発生し、津波が来襲するときに情報網が断絶している

と、避難すべき人が避難できないことにもつながりかねず、防災無線の整備に並行してライフラインをより災害に強くしていくことも求められる。

次に今後の防災に関してだが、今回の地震・津波による被害拡大の原因の一つとして、防潮堤などのハード面での整備が不十分だったことがあげられる。たとえば、宮古市田老地区では「万里の長城」とまで謳われた堤防が決壊し、大勢の犠牲者が出た。釜石市唐丹町でも高さ12mの巨大堤防が破壊された。しかし、今後の防災を考えるうえで、ハード面での整備には限界がある。今回の地震は1000年に一度の巨大地震であるといわれるが、今後1000年間は今回のような巨大津波が来る可能性が低いにもかかわらず莫大な費用をかけてまでさらに頑丈な防潮堤を築く必要があるのか。あるいは、さらに大きな地震・津波が新たに発生し、今回を超える被害が出ることを想定しなくていいのか。新たに“頑丈な”堤防を作ることが、住民を過度に安心させてしまい、今後再び大津波が襲ってきたときに今回の宮古市田老地区のような惨状が起こってしまうことにつながるのではないか。最終的に、「自分たちの生命を守るのは自分たちだ」ということになるのではなかろうか。釜石東中学校では日頃から防災教育を行っていたため、今回の地震発生直後は大きな混乱もなく学校にいた生徒全員が無事に避難できた。また、山元町の中浜小学校でも防災マニュアルに基づき、児童全員が津波から逃れることができた。こういったことから、今後は、ハード面に頼りすぎることなく住民が災害についての知識を得ること、また災害発生時の避難行動を事前に確認することが、より多くの生命を守ることににつながるのだと思う。そのためにも、行政が地元住民を対象にした避難訓練や防災教育を行うことが重要だ。

最後に、山元町で復興ボランティア活動に携わっているADRA Japanの渡辺日出夫氏に話を伺ったところ、復興に関しても問題があることを学んだ。たとえば、被災地では復興物資が全国から送られてくるが、被災地のニーズに合っていない場合もあり、余剰になることもある。その場合、被災地で余剰分の物資を処理しなければならず、被災地の負担になることがある。また、復興物資は無償で被災住民に提供されており、その結果地元での経済活動が滞り、被災地の商店が立ち直らないことがある。さらには、次から次へと送られてくる復興物資のためにありがたみを忘れて、物を大切にしない、利己主義に走る被災住民が現れることもあるそうだ。非被災地域は、ただ被災地に物資を送るだけでは、被災地の復興につながらない場合があるのだ。被災地を早期に復興させるためには被災地が自立して地元を立て直すことが重要で、非被災地域はそのために復興支援活動をしなければならない。今後の災害への対策としては、復興活動のノウハウを確立させることも重要だ。

II - 東北地方に見られる歴史地震を伝える石碑

2-5. 歴史地震と石碑

我々は今回の津波による被害状況の視察に並行して、石碑等の見学も行った。東北地方では過去に繰り返し津波による被害を受けており、そのことを後世に伝えるための石碑や神社が多く建てられている。図 24 は釜石市片岸町に建つ津浪記念碑で、1933 年(昭和 8 年)の昭和三陸地震による津波をきっかけに建てられたものだ。図 25 は釜石市唐丹町本郷に建つ石碑で、一部崩壊して文字が読みづらくなっているが、1896 年(明治 29 年)の明治三陸地震による津波をきっかけに建てられたものと読み取ることができた。これは明治三陸地震から 33 回忌の 1928 年(昭和 3 年)に建てられたもので、本郷部落で 300 戸の建物が被害を受け、800 人が死亡したことなどが記されている。大船渡市末崎町大豆沢の海岸から 200m ほどの地点にある石碑には、“明治二十九年六月海嘯襲来地点”と書かれており、これは明治三陸地震による津波の来襲地点を伝える石碑である(図 26)。

仙台市若林区では浪分神社を訪れた(図 27)。神社に掲示してあった「浪分神社の由来」(昭和 51 年 8 月 大泉重治)によると、1702 年に建てられたこの神社は、もとは稲荷神社といい、創建当時は八瀬川という現在とは違う場所にあったそうだ。創建後の大津波の時、波を南北に二分して鎮めたと伝わり、これ以来浪分大明神と呼ばれるようになった。1835 年(天保 6 年)6 月 25 日の地震による津波と、一連の荒天から起こった天保の大飢饉の際に、慶長三陸地震(1611 年)による津波の浸水境界とされる霞目に奉遷し、除災を祈願して以来、津波の被害も減少したと伝わる。伝承には



図 24 釜石市片岸町の津浪記念碑



図 25 釜石市唐丹町本郷の石碑



図 26 大船渡市末崎町大豆沢の石碑

確かに伝説的な部分もあるが、東北地方太平洋沖地震による津波も神社付近までやってきており、決して事実と無関係にあると言い切ることはできないだろう。



2-6. 歴史地震についての議論

図 27 浪分神社

本巡検では、時間の都合により限られた数の石碑しか見学ができなかったが、海岸から離れた海の見えない場所に作られた石碑も見ることができた。先人たちは、自分たちの受けた津波被害を教訓にし、将来発生する津波によって子孫たちが受けるだろう被害を軽減させようと石碑を立てたのであろう。多くの人命が失われるような大災害は同じ場所において毎年のようにおこるものではなく、一度大災害が起きてもその記憶は数十年の時の中で風化を免れることはできない。そして、人類は忘れたころにやってくる災害によって何度も大きな打撃を受けてきた。東北地方の太平洋側の沿岸部には、慶長地震、明治・昭和三陸地震、チリ地震など、大津波の被害に遭う度に、それらにまつわる神社や石碑が建てられてきた。その結果として今日では地震や津波の教訓が刻印された石碑が数多く存在しているにもかかわらず、今回の津波では多数の人的被害を出す災害が再び起こってしまった。将来起こりうる別の災害から我々や我々の子孫の生命を守るためには、過去をきちんと顧みて、歴史を学び、将来に受け継いでいくことが重要になるだろう。現代社会では学校教育も充実し、世界中に張り巡らされた情報ネットワークも用いることができる。文明の利器を最大限に活用して、今回の地震・津波、あるいは過去の歴史地震を振り返り、日本にだけでなく世界の他の地域や、後世に伝えていくことが、今回苦い経験をした我々の世代の責務であろう。

2-7. 巡検を通して

今回の巡検を通して、リアス式海岸と海岸平野での津波の被害の違いとして、リアス式海岸では津波の高さがより高いこと、海岸平野では津波による被災面積が広いことが分かった。今後の防災を考えるうえでは、地域ごとに被害の特徴を予測し、地域にあった対策を講じていくこと、それに並行して住民が防災についての知識を得て、非常時に正しく避難できるようにすることが大切だ。また、過去の地震・津波を伝える文献、石碑を大切にし、正しい言い伝えを後世に残していくこと、津波の恐ろしさを風化させることの無いようにすることが重要だと認識した。

3. 歴史地震を学ぶ重要性

1-2. で述べた調査に先立って、「歴史地震の重要性」をテーマに武村雅之氏のお話を聞いた(2011年8月16日に本校で実施)。特に印象的だったことを、3-1. に記す。

3-1. 東日本大震災は本当に“未曾有”か

東日本大震災はメディアによってしばしば「未曾有」と、あたかも類する前例がないように評価されるが、全くの誤りである。東北地方は過去にも大きな津波の被害を受けている。これには、1611年に発生した慶長三陸津波や、1896年に発生した明治三陸津波が挙げられる。資料によって誤差はあるが、羽鳥(1995)によると慶長三陸津波では岩手県小谷島で20-25m、宮城県岩沼で6-8m、福島県相馬中村で4-5mの津波が記録されている。また、『駿府記』や『伊達治家記録』によると、慶長三陸津波では、岩手県で最大15-20mの高さの津波が観測され、宮城県で海岸から7kmの地点まで津波が達したという。卯花・太田(1988)によって翻刻された山奈報告¹によると明治三陸津波では岩手県小袖で54mの津波が記録されている。そして、気象庁が痕跡等から推定した東北地方太平洋沖地震津波の高さは、岩手県宮古で7.3m、宮城県鮎川で7.7m、福島県相馬で8.9mである。慶長三陸津波・明治三陸津波の記録は資料によって誤差があるとはいえ、今回の震災は十分に想定し得たと言える。

3-2. 歴史地震に関する考え

現在の科学技術では地震を完璧に予測するのは難しい。その上で地震と共に生きていくためには、予めの備えが大切である。非常持ち出し袋のような物的な備えはもちろんのこと、実際にどのように行動すればよいかを日常から考えておくという知的な備えもある。

その知的な備えの参考となるものに、自分が暮らしている地域の特性や、過去に発生した地震が挙げられる。前者は各自治体が公開している防災ハザードマップで知ることができる。自治体によって整備状況に差があるが、誰でも閲覧が可能である。では、後者はどうだろうか。比較的最近のデータであれば気象庁が公開しているが、それ以前となると、参考となる資料は限られてくる。今回の講座ではその一つである石碑を探したが、中には釜石市で見たもののように破損して判読ができなくなっているものや、大船渡市にあった昭和三陸地震津波の津波標石のように、2009年度の本校のSPP実施報告書(石間・他、2010)では記載があったが今回の巡検では発見できなかったため、津波で流されたと考えられるものがあった。形として残すことは後世に伝えるために大切なことであるが、同時に劣化を免れられないのも

¹ 津波直後に山奈宗真氏が行った現地調査の記録。

事実である。地震への備えを考えた際に、石碑のような歴史地震の資料の保存は急務であると言える。

4. おわりに

日本で生活する以上、地震は常に想定しなければならない自然災害だ。その対策を考える際に要点となるのは、地域ごとの地震に対する特性と、過去に発生した地震の二点である。各人が各々の地域で考えられる被害の傾向を予測し、過去の地震を振り返ってあらゆるケースを想定することが、まず我々が行うべき防災である。

第2編 最新技術・マスコミ編

1. 地震学の最前線を学ぶ

1-1. 講座の概要

地震に関する最新技術を学ぶため、2011年8月19日(午前中)に神奈川県横須賀市にある独立行政法人海洋研究開発機構(略称: JAMSTEC)の本部を見学した。JAMSTECは1971年に設立された認可法人海洋科学技術センターを前身として2004年に発足し、海洋に関する基盤的研究開発や学術研究への協力等を行っている。

1-2. 海洋研究開発機構で学んだこと

見学の前に JAMSTEC の概要を説明して頂いた。その際に、JAMSTEC の活動が評価されていることの例として、2010年に行われた行政刷新会議の第2弾にて JAMSTEC は実質的に予算の削減は行われなかったことが挙げられた。また、行政刷新会議の第1弾において次世代スーパーコンピュータ開発の要求予算に関して村田蓮舫氏が「二位じゃダメなんですか」と発言したことについて、明快に答えられない方が悪い、との見解を示された。ある研究者が世界一位の組織と世界二位の組織の二つからオファーを受けたならば、当然その研究者は世界一位の組織を選ぶはずである。世界一位であるということは優秀な人材を集めるという点において大きな意味がある、と強く主張された。学術研究に予算を割くことの意義を深く理解することができた。

・海洋調査船「かいよう」

停泊中であった海洋調査船「かいよう」の中を見学した。「かいよう」は主に海底下深部構造探査を行っている。半没水型双胴船という、2つの胴体を甲板で繋いだ形状の船である。そのため、波による揺れが少なく、船上での作業を安全かつ効率的に行うことができる。また、甲板が広く直接溶接ができるようになっているため、さまざまな調査機器を搭載することができる。内部には電子レンジなどの調理器具や仮眠室があり、長時間に及ぶ調査が想定されているようだった。



・有人潜水調査船「しんかい2000」・「しんかい6500」

有人潜水調査船の「しんかい2000」と「しんかい6500」を見学した。既に退役している「しんかい2000」は実物を、今も現役の「しんかい6500」は実物大の模型を見学した。「しんかい2000」は水深2000mまで潜航できる有人潜水調査船で、その後継機にあたる「しんかい6500」は水深6500mまで潜航できる有人潜水調査船である。「しんかい2000」はコンピューターや装甲の一部に実際に触れることができた。所々錆びていたが、退役から9年近く経っていながら、しっかりとしていた。「しんかい6500」の模型は中に入ることができた。内径2.0mの空間に計器類が設置されているため中は狭く、そこに3人が乗り込んで8-9時間の作業をする。深海という過酷な環境で研究する上での苦勞の一端を体験した。



・地球シミュレータ

地球シミュレータは地球環境の変化の予測など、科学の発展のために用いられるスーパーコンピュータである。「プロジェクトが同分野の研究者あるいは社会に対して開放的である」、「速やかに研究成果を公開し社会に還元する」、「研究成果と運用状況は計画推進委員会によって評価される」、「平和利用される」、という原則の下であれば誰でも利用することができる。横浜研究所にあるため現物を見ることはできなかったが、地球シミュレータによって計算された地震波や津波が伝わる様子の動画を見せて頂き、具体的な波の伝わる速さが視覚的に分かった。これから起こる大地震に備える上で、「津波に対して海岸からどの程度離れたところまで避難したらよいか」、「避難にどれくらいの時間をかけられるか」ということを考えるための重要な参考資料の一つになると思われる。

2. マスコミ(伝え手)から学ぶ

2-1. 講座の概要

マスコミ(伝え手)の立場から見た地震について学ぶため、時事通信社(山形支局)の中川和之氏のお話を聞いた。この講座は2011年10月22日に本校の教室にて行われた。

2-2. 学んだこと

マスメディアの仕事は、社会で起きる様々な事象とその意味を広く伝えることである。そして、それは広く社会に納得される形でなければならない。そのため、取材・分析・編集という作業が必要になる。また、その事象のニュース性を決める要件は、「珍しさ」、「新鮮さ」、「身近さ」の三つである。特に「身近さ」については、命との関係性、つまりその事象が人の命に及ぼす影響の直観的な大きさが一つの指標となる。例えば、今回の震災で言えば、犯罪被害<地震・火山<原発事故、というようになる。これらのことを踏まえて、災害について伝えるべきことというのは「納得して死ぬための情報」である。この情報を生かし生き延びるために、受け取った情報を判断・活用する能力であるメディアリテラシーが重要となってくる。また、それだけでなく、自分が体験したことを語り継ぐことが人を助けることに繋がっていく。



3. 地震対策に関する考え

JAMSTEC の職員のような多くの研究者によって「しんかい 6500」を始めとする様々な最新の機器が運用され、日々研究が行われている。また、同時に様々なメディアがより社会に対して有用な情報を発信しようと尽力している。両者に共通して言えることは、情報を受け取る人がその情報を活用しなければ全く意味がない、ということである。例えば、JAMSTEC はインターネット上で東日本大震災に関する情報を始めとする、多くの研究成果を公開している。これは誰でも閲覧することができる。また、時事通信社もインターネット上で膨大な量のニュースを日々配信しており、こちらも誰でも閲覧することができる。インターネットというメディアを例に挙げたが、これ以外にも情報を受け取ることができるメディアは多数存在している。これらを活用できるかできないかは、日常の生活だけでなく、「思わぬ災害に見舞われた際に臨機応変に対応できるか否か」の大きな分かれ目となるだろう。

4. おわりに

ある分野においてトップになれるよう研究に予算を割くことには、確かに意義がある。ましてや、日本において身近な災害である地震についての研究ならば尚更である。このことについての理解を広く得られるよう、この「意義」を積極的に発信していく必要がある。また、現在では様々なメディアによって、研究機関の研究成果や、震災に関する被害状況など、地震に関する多くの情報を得ることができる。この膨大な情報を生かせるかどうかというのは、大きな差を生むものである。地震対策を考えたとき必要とされる能力というのは、情報を生かす能力であるといえる。

謝辞

各研究を実施するにあたっては、下記の方々に、事前の打ち合わせや下見から講座当日の現地での引率まで、丁寧に御指導を頂いた。

(株)小堀鐸二研究所	武村雅之氏
(独)海洋研究開発機構	山口裕子氏・坂口有人氏
(独)産業技術総合研究所	宍倉正展氏
時事通信社(山形支局)	中川和之氏
NHK 盛岡放送局 元職員	山川 健氏
大船渡市総務部(防災管理室)	村上智哉氏・鈴木宏延氏
マリンピア松島水族館	西條正義氏
ADRA Japan(やまもと復興応援センター)	渡辺日出夫氏

神奈川県(海洋研究開発機構および三浦半島)への巡検には、関東自動車(株)の貸し切りバスを利用させて頂いた。

三陸地方と仙台平野での東北地方太平洋沖地震津波の現地調査には、大洋交通(有)の貸し切りバスを利用させて頂いた。また、現地では旅館小松荘に宿泊させて頂き、たいへんお世話になった。現地調査に先立って、釜石市(防災課)元職員の末永正志氏・気仙沼市総務部(危機管理課)の佐藤健一氏・東北大学災害制御研究センターの今村文彦氏は、視察のポイントや安全上の留意点について、丁寧な助言をして下さった。

本研究は、(独)科学技術振興機構より、旅費や巡検資料の購入費などの支援を頂いた。また、本校生徒会より、津波の現地調査の旅費および本報告書の印刷製本費の一部を支援頂いた。記して深く感謝申し上げる。

引用・参考文献

- ・国立天文台, 2011, 日本付近のおもな被害地震年代表, 理科年表 平成 24 年, pp. 720-753
- ・国立天文台, 2011, 日本のおもな気象災害, 理科年表 平成 24 年, pp. 340-362
- ・国土地理院 東京首部 1/25000 地形図
- ・国土地理院 秋谷・浦賀・三浦三崎 1/25000 地形図
- ・羽鳥徳太郎, 1975, 三陸沖歴史津波の規模と推定波源域, 地震研究所彙報, vol. 50, pp. 397-414
- ・駿府記
- ・伊達治家記録
- ・卯花正孝・太田敬夫, 1988, 三陸沿岸大海嘯被害調査記録—山奈宗真, 東北大学工学部津波防災実験所研究報告, 5 号, pp. 57-379

- ・気象庁, 2011. 4. 5, 報道発表資料
- ・石間涼太郎・斉藤遼太郎・南雲航佑・岩田祐樹・鈴木幹崇・高野太一・斎藤豪人・島田佳輝・小川和也・佐野道康・矢作拓也, 2010, 三陸地方の巡検から学ぶ地震・津波防災, 栄東高等学校 平成 21 年度サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト(SPP)実施報告書, pp. 1-9
- ・平成 23 年 3 月 地震・火山月報(防災編)
<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/gaikyo/monthly201103/201103index.html>
- ・東日本大震災(速報)～岩手県宮古市・田老地区の被災状況～
<http://p-www.iwate-pu.ac.jp/~motoda/saigaityousa0323.pdf>
- ・ようこそ田老町へ 資料室
http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/246089/www.town.taro.iwate.jp/05_format/index.html
- ・産経ニュース 岩手・田老の津波は通常海面より平均 16 メートル上の高さ
<http://sankei.jp.msn.com/affairs/news/111106/dst11110621370024-n1.htm>
- ・岩手県 東北地方太平洋沖地震に係る人的被害・建物被害状況一覧
<http://www.pref.iwate.jp/~bousai/>
- ・群馬大学大学院工学研究科社会環境デザイン工学専攻 広域首都圏防災研究センター
http://www.ce.gunma-u.ac.jp/bousai/research02_3.html
- ・国土地理院 東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動量(上下方向)
http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/www_kido/index2.html
- ・宮城県 東日本大震災における被害等状況
<http://www.pref.miyagi.jp/kikitaisaku/higasinihondaisinsai/pdf/12211700.pdf>
- ・第 21 回 動物園水族館設備会議 東日本大震災における被害と復旧報告 添付資料
- ・asahi.com 津波 10m、仙台の荒浜地区に痕跡 平野で世界最大級
<http://www.asahi.com/national/update/0317/TKY201103170481.html>
- ・羽鳥徳太郎, 1995, 岩手県沿岸における慶長(1611)三陸津波の調査, 歴史地震, 第 11 号, pp. 55-66.
- ・羽鳥徳太郎, 2005, 伊勢湾岸市街地における安政東海津波(1854)の浸水状況, 歴史地震, 第 20 号, pp. 57-64.
- ・河北新聞社 東部道路、津波から住民救う 仙台・六郷
http://www.kahoku.co.jp/spe/spe_sys1062/20110403_17.htm
- ・河北新聞社 ドキュメント大震災 その時 何が(9)「遺体 200～300 人」(仙台・荒浜)
http://www.kahoku.co.jp/spe/spe_sys1072/20110522_01.htm
- ・毎日 jp 東日本大震災: 素早い判断、児童救う 宮城の 2 小学校
<http://mainichi.jp/select/weathernews/20110311/archive/news/2011/04/25/20110426k0000m040110000c.html>

- asahi.com 「津波は3メートル」…その後放送できず被害拡大 釜石
<http://www.asahi.com/national/update/0420/TKY201104200249.html>
- 東北地方太平洋沖地震の津波警報及び津波情報に関わる面談調査結果（速報）
内閣府・消防庁・気象庁共同調査（サンプル調査）
http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/tsunami_kaizen_benkyokai/benkyokai2/sankou_siryoul.pdf
- 津波 デジタルライブラリィ
<http://tsunami.media.gunma-u.ac.jp/TSUNAMI/JAVASCRIPT/iwate/kamaisi.html>
- 仙台市若林区 神社めぐり「七郷界限」
http://www.city.sendai.jp/wakabayashi/c/miryoku_terajinjya_shithigoukaiwai.html#

60

『芝川上流～下流までの「生息生物と水質」の調査・分析』

長田 そら 樋谷 友寛

(講座番号 AG110438)

1. はじめに

芝川は埼玉県桶川市を源流とし、川口市にて荒川に合流する総延長 41.8km、流域面積 115.4 km²の河川であり、下流側 32.3km(新芝川を含む)が一級河川に指定されている。平成 22 年度に我々は学校の脇を流れている芝川の水質環境と今後のあり方について考えた結果、生物にとって棲みやすい環境を整える事が大切であるという結論に至った(川瀬・樋谷, 2011)。その結果を踏まえ、昨年度は学校の脇の砂大橋に限って実施した生息生物と水質の調査を、今年度は上流の道三橋(上尾市)から、下流の河口付近にある江北公園前にまで調査範囲を広げた。

芝川の中流域に位置する砂大橋(1 地点)から、調査の範囲を拡大することで、芝川全体としての水質の状況や、より広く川の上流・中流・下流に生息する生物の状況を知ることができる。

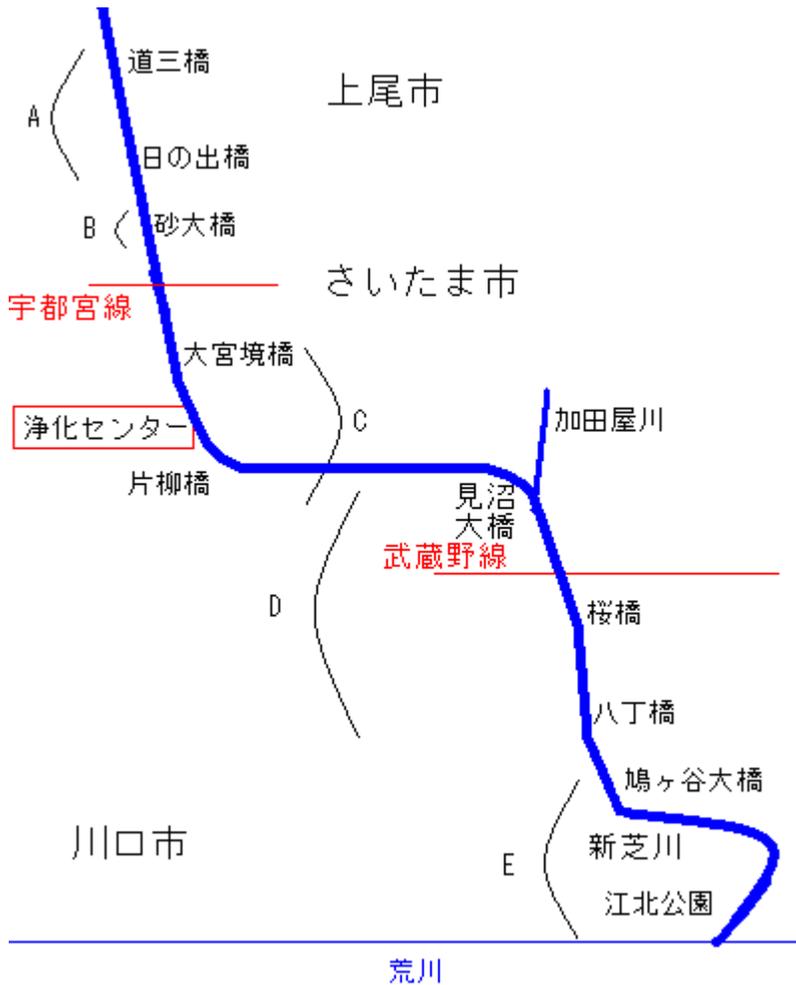
今回の調査では、芝川の水質と生態系についてより詳しく理解し、「芝川は生物が棲むために何が欠落しているのか」を知ることが目的として活動を行った。

2. 調査地点の概要

今回の調査地点を決定するため、2011 年 7 月 9 日、芝川全域を手分けして下見を行い、後日写真を用いて話し合った。それをふまえて調査に適していると考えた 10 地点を A・B・C・D・E の 5 つのグループに分けた。

上流の A グループは測定可能な場所が少なかったため、必然的に道三橋と日の出橋の 2 地点に決定した。砂大橋は、他の地点との距離があることと、これまでも部活動の一環として継続的に調査をしてきたことから、B グループは複数回の調査を試みた。C グループは、大宮南部下水処理センター、浄化センターの前後での水質を比較するために、その前後にある大宮境橋と片柳橋を調査した。D グループは中流域後半の見沼大橋、桜橋、八丁橋の 3 地点を担当した。下流の E グループは、新芝川の鳩ヶ谷大橋と江北公園前を担当した。

ところが、その後汚濁支川と推定される加田屋川も調査したいという意見が浮上したため、芝川合流直前の加田屋川最下流の橋を調査対象に加えたため、調査地点は 11 地点に増え、位置的条件から D グループが担当することになった(D グループは最多の 4 地点を担当)。



芝川概略図

3. 生息生物について

今回の生息生物調査は、2011年9月17日(土)に実施した。生物の採集は2つの方法で行った。一つは、胴長を着用して実際に芝川に入り、タモ網を用いて生物を採集する方法である。もう一つは、モンドリ(カゴ網)を設置して、一定時間後に中に入った生物を採集する方法である。その結果、昨年の生息生物調査よりも多くの種類の生息生物を発見することができた。

本章では、グループA~Eごとに項目を分け、上流から順に調査結果と生息生物についての詳細を記述していく。



(図 1, 2)活動風景の写真

3-1. グループ A(道三橋付近、日の出橋付近)

※グループ A では、18 日(日)にも生息生物調査を実施した。本項では、17, 18 日に採集された生物をまとめて表記する。

3-1-1. 道三橋付近

・アメリカザリガニ(5 匹)

*エビ目・アメリカザリガニ科の甲殻類。北アメリカ原産の外来種で、水質汚染に非常に強い耐性を持ち、水深が浅く流れの緩い小川や用水路に生息している。雑食で何でも食べる。ウシガエルの餌用として輸入された個体が脱走、日本で繁殖するきっかけとなった。その繁殖力と性質から、既存の在来種の存在を脅かしている。

・サカマキガイ(1 匹)

*有肺目・サカマキガイ科の軟体動物。北アメリカ原産であるが、様々な環境において繁殖が出来ることから現在では世界各地に生息している。食性は付着藻類から生物の死骸まで食べる雑食である。国内では天敵の少ない汚れた川に見られることから、汚れた川の水質指標生物としても知られている。

・シマイシビル(1 匹)

*ノドビル目・イシビル科の環形動物。肉食性で昆虫の死骸などを好んでよく食べる。比較的汚れた川に多く見られることから、サカマキガイと同じく汚れた川の水質指標生物とされている。

・エラミミズ(1匹)

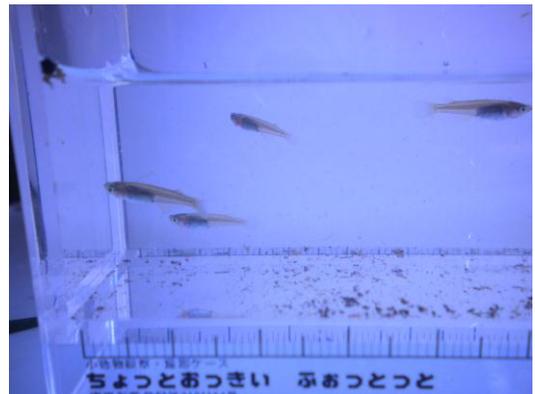
*ナガミミズ目・イトミミズ科の環形動物。尾に糸状のえらがあることからこの名が付けられた。汚れた川の指標生物とされている。

・メダカ(5匹)

*ダツ目・メダカ科の魚類。その姿形からカダヤシと似ており混同されることが多い(カダヤシについては後述)。流れの緩やかな小川などに生息し、プランクトンを主に食べている。かつては日本の各地で見られた代表的な淡水魚であったが、環境悪化(水質汚濁・外来種の繁殖)や河川改修などの開発によって生息範囲と共に個体数も年々減りつつあり、現在では絶滅危惧種とされるまでになっている。



(図3) サカマキガイの写真



(図4) メダカの写真

3-1-2. 日の出橋付近

・アメリカザリガニ(1匹)

3-2. グループB(砂大橋付近)

・カダヤシ(41匹)

*カダヤシ目・カダヤシ科の魚類。外見はメダカと似ているが、両者は異なる種である。また、メダカは在来種であるのに対し、カダヤシは北アメリカ原産の外来種である。カダヤシはメダカと比べてより酸素濃度が低くても生きることができ、都会の汚れた川などでも見ることができる。

・タモロコ(37匹)

*コイ目・コイ科の魚類。モツゴと外形は似ているが、口先の向きによって判別ができる。

食性は雑食であるが、主に川底に生息する生物を捕食している。池や沼、湖など比較的広い範囲で見られる。

・モツゴ(7匹)

*コイ目・コイ科の魚類。クチボソとも呼ばれる。水質汚染の環境適応力に長けているため、水質の悪い川でも比較的容易に見ることができる。性格は穏やかであるが、春から夏にかけて繁殖期には少々荒くなる。食性は主に付着藻類や小型水生昆虫を食べる雑食性である。

・ドジョウ(1匹)

*コイ目・ドジョウ科の魚類である。食用として流通している。主に田の用水路や少し汚れた川に見られる。プランクトン等を捕食する。

・ウシガエル(1匹)

*カエル目・アカガエル科の両生類。悪環境に強く、主に池沼に生息し、河川などにも生息している。北アメリカ原産の外来種で、食用として輸入された個体が逃げ出し、今では全国に生息している。幅広い食性と環境の変化にも強いため、その繁殖力・性質と相まって在来種の存在を脅かすものとなっている。

※採集された生物の他に、カメ、コイ、カワセミといった生物が目視で確認できた。



(図5)砂大橋で採集できた魚たち

3-3. グループC(大宮境橋、片柳橋付近)

3-3-1. 大宮境橋付近

・トンボ幼虫(ヤゴ)

*トンボ目の幼虫の総称。水生昆虫だが、泳ぎは余り得意ではなく脚で水底を歩いて移動す

ることが主である。肉食で、折りたたまれた下顎が鋏状になっているため、それを用いて獲物を捕らえる。今回大宮境橋付近で採集したヤゴは種類までは同定が出来なかった。

- ・テナガエビ(3匹)

*エビ目・テナガエビ科の甲殻類。主に淡水域や汽水域に生息しており、水質汚濁に弱い。夜行性であるため普段は物陰に隠れているが、日が出ていない時や夜には姿を現す。肉食性であり、小魚や水生昆虫などを捕食する。

- ・アメリカザリガニ

3-3-2. 片柳橋付近

- ・イトトンボ幼虫(ヤゴ)

*トンボ目・イトトンボ科の水生昆虫。今回採集できたイトトンボのヤゴはアオモンイトトンボと考えられる。アオモンイトトンボは都会域の水辺でも比較的良好に見られる種類で、えらの特徴が似ているアジアイトトンボとの区別が難しい。

- ・チチブ

*スズキ目・ハゼ科の魚類。汽水～淡水域に生息しており、比較的水質汚濁にも強く都市河川でも見られる。石の裏や空き缶の中など、隠れやすい場所に好んで入る。藻類から自分より小さな動物を捕食する雑食性である。

- ・テナガエビ

- ・アメリカザリガニ



(図6)チチブの写真



(図7)イトトンボ(幼虫)の写真

3-4. グループD(見沼大橋・桜橋付近、八丁橋付近)

3-4-1. 見沼大橋・桜橋付近

・サワガニ

*エビ目・サワガニ科の甲殻類。清流を好み、きれいな川の指標生物とされている。普段は石の下などに隠れているが、夜になると動き出す夜行性である。雑食性で藻類から小魚まで何でも食べる。

・ブルーギル

*スズキ目・サンフィッシュ科の魚類。主に池沼や流れの緩い河川に生息する北アメリカ原産の外来種である。元々は食用目的として研究用に輸入されたものを川に放流したのが国内での繁殖のきっかけである。この意図的な放流などにより、国内各地に生息範囲を広げた。雑食性で繁殖力・環境適応力には目を見張るものがあり、日本各地の池・湖に繁殖しては在来種の存在を脅かすものとなった。尚、現在ブルーギルは外来生物法により特定外来生物に指定されており、各地で駆除の動きが進んでいる。

・カダヤシ

※採集された生物の他に、カメ、コイといった生物が目視で確認できた。



(図8)ブルーギルの写真

3-4-2. 八丁橋付近

※カモの仲間が多数見られた。

3-5. グループ E(新芝川 鳩ヶ谷大橋付近、江北公園前付近)

※グループ E では、川岸からのタモ網での調査とセルビンでの調査となっている。

3-5-1. 鳩ヶ谷大橋付近

※採集することは出来なかったが、ハゼの仲間が目視および近隣住民による証言で確認できた。

3-5-2. 江北公園前付近

・クロベンケイガニ(多数)

*エビ目・イワガニ科の甲殻類。川辺によく生息しているが、河口近くに巣穴を作りそこに隠れるため、水には殆ど入らない。サワガニと同様に夜行性で、雑食性である。

※採集された生物の他に、ハゼの仲間、スズキ、ウナギといった生物が捕れるとの近隣住民による証言があった。



(図 9)クロベンケイガニの写真

以上が、今回の生息生物調査において各地点で発見できた生物である。

尚、第 3 章での内容に関する考察は、後述の第 5 章に記載する。

3-6. 過去の調査結果との対比

ここでは、今回我々が実施した生息生物調査のうち、砂大橋、八丁橋、鳩ヶ谷大橋-江北公園間において得られた結果と、埼玉県農林総合研究センター水産研究所によって平成 15 年 6 月 26 日に実施された芝川及び新芝川における生息魚類分布調査の結果(以下、埼玉県の調査と記載)のうち、砂大橋、八丁橋、山王橋(鳩ヶ谷大橋と江北公園前の間の橋)との対比を行う。

本研究と埼玉県の調査の結果を、次の表にまとめた。

	本研究	埼玉県の調査
砂大橋	コイ	
	ドジョウ	
	カダヤシ	
	タモロコ	
	モツゴ	
八丁橋		コイ
		ギンブナ
		ゲンゴロウブナ
		オイカワ
		スゴモロコ
		ドジョウ
		ナマズ
		ウキゴリ
山王橋		コイ
		ウグイ
		ボラ
		スズキ※
		マハゼ※
		ウキゴリ※
		ビリンゴ※

(表)本研究と埼玉県の研究の調査結果

(※は本研究では聞き取りで確認できた種であることを指す)

全体的に本研究で確認できた魚類よりも、埼玉県の調査で確認できた魚類の種の方が多いことがわかる。来年以降の調査においては調査方法を改良することで、より多くの種類の生物を確認することができるだろう。

また、本研究で確認が出来ず、埼玉県の調査で確認できた種類については、今後も調査を継続して行うことで、確認できる可能性がある。

4. 水質の縦断変化

水質調査は、生息生物調査を実施した翌日の9月18日(日)に行った。

4-1. 水質調査項目の内容と測定方法

4-1-1. 採水方法

基本的にロープ付きのバケツを用いて表面水を採水したが、下流部の2地点は表面水に加えて、バンドーン採水器を用いて底層水も採水した。

4-1-2. 流量の概略把握

水質に加えて可能な範囲で流量の概略の把握をしたいと考えた。水質と流量が分かると「汚濁負荷量」を概算することが可能になり、「汚濁負荷量」がわかると芝川の運ぶ「汚濁物質質量」を求められるからだ。

しかし、流速計やワイヤー、ゴムボートなど本格的な流量観測を行うのに必要な機材を持っていない。そこで、代用品を駆使して流量の概略の把握を試みることにした。



Cグループの活動風景(気温 33.5℃)

4-1-3. 調査項目と測定方法

① 気温・水温

全地点、棒状アルコール温度計を用いて測定した。

② pH

水素イオン濃度。水の酸性、アルカリ性を示す。芝川の環境基準(河川E類型)は6.0以上8.5以下であり、水産用水基準は6.7以上7.5以下である。全地点、パックテストを用いて測定した。

③ 透視度

水がどれほど澄んでいるかを示す。透視度計を用いて測定を行い、沈んでいる標識板の二重十字線がはっきり確認できる時の水の深さがその水の透視度となる。全地点、アクリル製100cm透視度計を用いて測定した。

④ 水面幅

メジャーを用いて測定した。ただし、Eグループ(下流域、鳩ヶ谷大橋と江北公園前)では橋と水面との高低差が大きすぎ、川幅も広すぎるため測定しなかった。また、大宮境橋は川の流れ

と道路が約 45 度の急角度で交差しているため、測定しなかった。

⑤ 水深

水面から川底までの深さの値である。A グループ(上流域、道三橋付近と日の出橋)、D グループ(中流域後半、見沼大橋・加田屋川最下流の橋・桜橋と八丁橋)では安全面の問題により測定しなかった。また大宮境橋は流量観測には不向きであり、近くにここに代わる適当な橋もなかったため測定しなかった。砂大橋、片柳橋ではレッドを用いて測定し、下流域では橋脚に書いてあったものを参考にした。

⑥ 流速

水が流れる速さ(cm/s)である。B グループ(砂大橋)ではプロペラ式流速計、その他のグループでは表面浮子の代用品として乾パンを用いて測定した。

⑦ 流量

単位時間あたりに流れる水量である。流量を求める計算式【流量(L/s)=0.001×水路幅(cm)×平均水深(cm)×平均流速(cm/s)】にて求めた。

⑧ DO(溶存酸素)

水に溶けている酸素の濃度を示す。この値が低い場合は、有機汚濁がある可能性が考えられる。芝川の環境基準は 2mg/L 以上であるが、水産用水基準である 6mg/L を超える DO の値でないと水生生物の生息には厳しい。全地点、溶存酸素キットにて測定した。

⑨ COD(化学的酸素消費量)

水中における被酸化性物質の割合を示す。被酸化性物質には、無機物の亜硝酸塩、硫化物などがあるが、多くは有機物である。そのため、水中の有機汚濁の程度の指標となる。この値が大きい場合は、水中の酸素が欠乏していることや、汚水が流れ込んでいる可能性が考えられる。全地点、パックテストを用いて測定した。

⑩ アンモニウム態窒素

し尿や死骸、下水などに由来する有機窒素化合物の腐敗、分解の過程で発生する。アンモニウム態窒素は硝化細菌によって亜硝酸態窒素、硝酸態窒素へと酸化されていくが、水中の酸素が不足していると逆の反応が起こってしまう。つまり、アンモニウム態窒素が多く検出されると、近傍に有機汚濁源があるか、溶存酸素が欠乏している可能性がある。全地点、パックテストを用いて測定した。

⑪ 亜硝酸態窒素

硝化細菌によるアンモニウム態窒素の酸化過程で生じる。溶存酸素が十分であれば亜硝酸態窒素は速やかに硝酸態窒素に酸化されるが、溶存酸素が不足している場合には亜硝酸態窒素はやや高濃度になる。全地点、パックテストを用いて測定した。

⑫ 硝酸態窒素

硝化細菌による亜硝酸態窒素の酸化過程で生じる。アンモニウム態窒素、亜硝酸態窒素と比べて、硝酸態窒素の割合が大きいということは、溶存酸素が十分であることを示し、その水域

の水質のバランスが良いということになる。全地点、パックテストを用いて測定した。

⑬ リン酸態リン

リンは様々な形の化合物として水中に存在している。動植物の死骸の破片に含まれるリンは、最終的にオルトリン酸になる。リンは、窒素と同じく植物(藻類を含む)の必須元素であるが、過剰になれば富栄養化現象の原因となる。今回の測定では全地点、パックテストを用いてオルトリン酸を測定した。

4-2. 測定方法の選定理由

気温・水温については、ごく一般的な測定方法であるので特に説明はしない。溶存酸素については、DO センサーや手分析機器を所持していないため、これ以外の選択の余地がなかった。パックテストを用いたものについては、それらの項目を現地で簡単に測れる唯一の方法であったため採用した。

4-3. 測定方法に関する問題点と対策

4-3-1. 水質測定上の問題点と対策

溶存酸素キットやパックテストを用いた測定操作は、簡単で比較的安価に入手できるが、測定精度はあまり良くない。そこで、誤差を少なめに抑えるために同一検体をなるべく二回以上それぞれ別の者が測定・記録することにした。

COD については、芝川の COD 濃度が低濃度用(0~8mg/L)と中濃度用(0~100mg/L)の測定範囲にまたがることが予想されたため、すべての検体で両方のパックテストを用いて比較することによって、過小評価を防ぐことにした。

なお、硝酸態窒素の測定値は亜硝酸態窒素が存在すると過大に値が出てしまうため、亜硝酸態窒素の測定値を用いて補正することとマニュアルには記載されているが、パックテストの測定精度を含めて考えてみれば、亜硝酸態窒素の測定値自体に相当大きい誤差が含まれているはずで、そのままマニュアル記載の補正式(補正 $N_{O3-N} = \text{測定 } N_{O3-N} - \text{測定 } N_{O2-N} \times 8$)で補正してしまうと、補正された値は誤差の影響を8倍増で受けてしまうことになる。この危険を避けるために、補正するかどうかは全調査地点の測定結果を見てから判断し、今回は補正值0の値を用いた。

4-3-2. 流量測定上の問題点と対策

レッドが非常に重く、複数地点を徒歩で移動しながら運搬することは不可能であるため、測定対象地点を限定し、学校横の砂大橋と運搬手段を確保できる地点のみにした(結果として砂大橋と片柳橋のみ)。

4-4. 各水質調査項目の地点変化

調査の測定値をもとに表とグラフを作成し、そこから読み取れたことをまとめる。

① 気温

上流域から中流域最初の砂大橋までは午後の気温が上昇しているが、大宮境橋以降の中流域から下流域では気温はさほど変化していない。これは上流域→中流域→下流域の順に芝川の流量と河川規模が格段に増大していくことと、上流域では芝川が市街地に囲まれて緑がごく少ないのに対して、中流域では河川内の草が豊富で周囲にも田畑や樹木が多いことに関係していると考えられる。要するに、流域ごとの微気象の差によるものだろう。

② 水温

気温の変化と一致していない場所もあるが、水の熱容量は空気よりはるかに大きく、水温の変化は気温より小さいし、タイムラグが1~2時間はある。流量の大小も影響するだろうし、大規模な排水が流入すればその影響も受ける。簡単に比較することはできないだろう。最も信憑性が高く、変化がわかりやすい気温、水温、温度差のグラフを44ページに記載した。温度差(気温-水温)が上流から下流にかけておおむね減少しているのが読み取れる。

③ pH

全体的に中性の7.0前後で安定しており良好である。

④ 透視度

上流から下流にかけて徐々に減少しているが、時間変化も含めて考えても最下流の江北公園前が異常に低い。潮汐による水位変動で巻き上げられた底泥や人が不法に投棄したゴミ等の影響が考えられる。

⑤ 水面幅

特に触れる点はない。他の一般河川と同じように上流域が狭く下流に行くにつれて広がっている。

⑥ 水深

水面幅と同じように、上流域が浅く下流に行くにつれて深くなっている。

⑦ 流速

場所ごとの差が激しい。

⑧ 流量

求められなかった所が多いので割愛する。

⑨ DO(溶存酸素)

下流域が他の調査地点に比べ低く、芝川的环境基準の2mg/Lは超えているが、水産用水基準の6mg/Lを下回ってしまっている。

⑩ COD(化学的酸素消費量)

桜橋が突出して高く、支川・排水路の影響かと考えたが、桜橋から約400m下流側の八丁橋は

それほど高くないので測定誤差だと思われる(桜橋が高めに、八丁橋が低めに測定されてしまった)。また後記の表を見ると、砂大橋(1回目)では他と比べて低い値を出している。これは、砂大橋(1回目)の他の調査項目を見ても良好な値を出しているのも、その時間帯では排水の影響が無かったのだと思われる。縦断変化のグラフを45ページに記載した。グラフにはないが、加田屋川では17mg/Lという高い値であった。

⑪ アンモニウム態窒素

芝川のDOの値は大きいので、アンモニウム態窒素は速やかに酸化されるはずだが、片柳橋が突出して高い。これは、片柳橋の約200m上流にある大宮南部下水処理センター・浄化センター排水の影響だと考えられる。なお、加田屋川では芝川のどの地点よりも高い1.6mg/Lであった。

⑫ 亜硝酸態窒素

ある程度安定している。測定誤差の可能性を考慮しても、芝川のDOの値は大きいので速やかに酸化され、あまり高い値が出るとは思われぬ。

⑬ 硝酸態窒素

日の出橋が一番高く、道三橋・大宮境橋・片柳橋とつづき、また見沼大橋が最低でそれより下流は順次増加する。全無機態窒素(アンモニウム態窒素+亜硝酸態窒素+硝酸態窒素)の縦断変化も似た傾向を示している。これが芝川の無機態窒素の傾向と思われる。

⑭ リン酸態リン

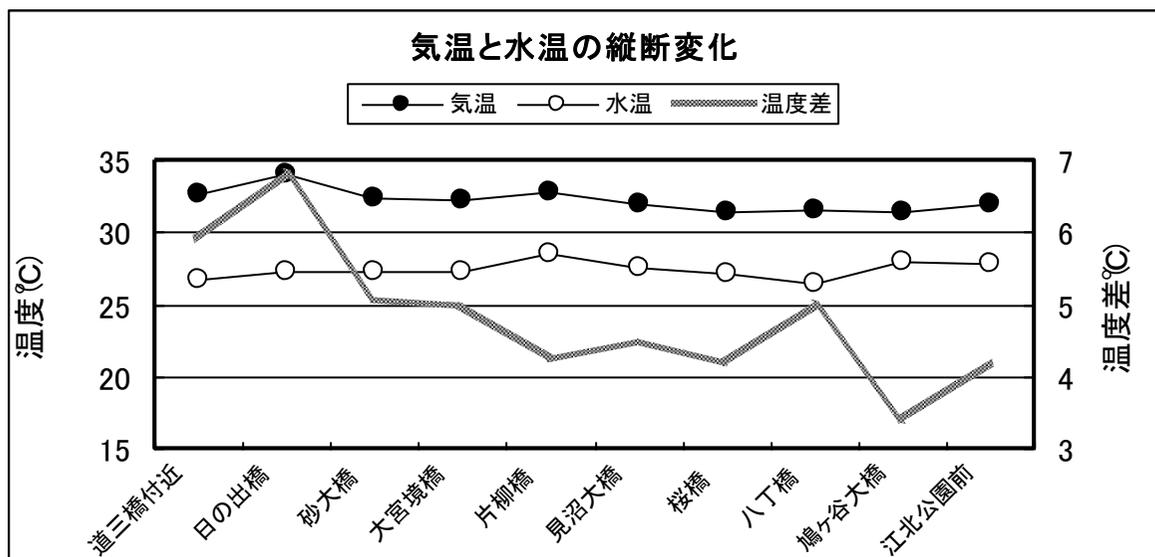
道三橋が一番高く、片柳橋まで減少するが、それより下流側は同程度または緩やかな増加傾向が認められる。これも芝川の傾向だと考えられる。また、片柳橋が大宮境橋より低い値を出している。これは、大宮南部下水処理センター及び浄化センターの影響が少ないのではないかと考えられるが、測定誤差の可能性の方が大きいだろう。

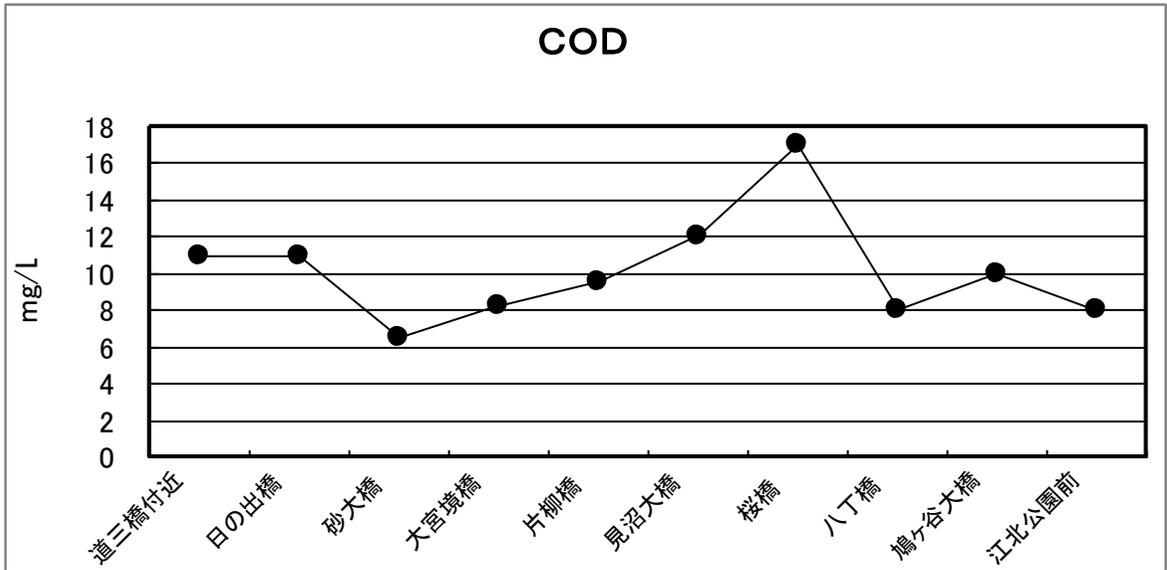
水質系情報

調査地点名	グループ	調査時刻	天候	気温 ℃	水温 ℃	透視度 cm	DO mg/L	pH	COD mg/L	NH ₄ -N mg/L	NO ₂ -N mg/L	NO ₃ -N mg/L	PO ₄ -P mg/L
道三橋下流	A	11:10~	晴	32.6	26.7	68	6.5	7	11	1	0.3	4	0.5
日の出橋		13:45~	晴	34.1	27.3	73	6	7	11	1	0.2	5	0.3
砂大橋1	B	10:00~	晴	31.0	26.0	65	7	7	5	0.4	0.3	2.3	0.1
砂大橋2		11:45~	晴	32.0	27.0	53	7	7.3	10	0.75	0.1	3.5	0.38
砂大橋3		13:30~	晴	32.1	28.0	46	6.5	7.3	5	1	0.1	1.7	0.18
砂大橋4		15:00~	晴	34.2	28.0	42	6.5	7.3	6	0.75	0.1	3.5	0.38
大宮境橋1	C	11:00~	晴	32.2	26.5	46	6	6.9	8	1	0.25	4.3	0.25
大宮境橋2		14:07~	晴	32.3	28.0	49	6	7	8.5	0.2	0.06	3.5	0.1
片柳橋1		12:10~	晴	33.5	28.5	53	6	7	11	1.2	0.1	3.5	0.1
片柳橋2		15:00~	晴	32.0	28.5	42	6.5	7	8	3	0.12	4	0.1
見沼大橋	D	11:30~	晴	32.0	27.5	37	4.5	6.7	12	1	0.21	1.2	0.17
桜橋		15:00~	晴	31.4	27.2	38	5	7	17	0.4	0.2	1.5	0.1
八丁橋		13:50~	晴	31.5	26.5	37	5	7	8	0.6	0.3	2.1	0.12
鳩ヶ谷大橋	E	11:50~	晴	31.4	28.0	43	5.7	7	10	0.32	0.1	2.3	0.2
江北公園前		14:30~	晴	32.0	27.8	19	6	7	8	0.8	0.15	2.7	0.2
加田屋川最下流の橋	D	14:20~	晴	31.4	26.0	50	6	6.7	17	1.6	0.06	0.46	0.33

流量・負荷量系情報

調査地点名	グループ	調査時刻	天候	COD 負荷量 kg/日	NH ₄ -N 負荷量 kg/日	NO ₂ -N 負荷量 kg/日	NO ₃ -N 負荷量 kg/日	PO ₄ -P 負荷量 kg/日	水面幅 m	水深 cm	流速 cm/s	流量 L/s
道三橋下流	A	11:10~	晴	—	—	—	—	—	2.5	—	44	—
日の出橋		13:45~	晴	—	—	—	—	—	2.5	—	44	—
砂大橋1	B	10:00~	晴	140	11	8.2	63	2.7	8.3	54	7	320
砂大橋2		11:45~	晴	470	35	4.7	160	18	8.3	57	12	540
砂大橋3		13:30~	晴	200	41	4.1	70	7.1	8.3	55	10	470
砂大橋4		15:00~	晴	310	38	5.1	180	19	8.3	89	8	500
大宮境橋1	C	11:00~	晴	—	—	—	—	—	—	—	—	—
大宮境橋2		14:07~	晴	—	—	—	—	—	—	—	—	—
片柳橋1		12:10~	晴	1,200	130	11	380	11	9.4	40	33	1,240
片柳橋2		15:00~	晴	—	—	—	—	—	9.4	—	—	—
見沼大橋	D	11:30~	晴	—	—	—	—	—	17.3	—	7	—
桜橋		15:00~	晴	—	—	—	—	—	16.5	—	61	—
八丁橋		13:50~	晴	—	—	—	—	—	16.1	—	31	—
鳩ヶ谷大橋	E	11:50~	晴	—	—	—	—	—	—	145	37	—
江北公園前		14:30~	晴	—	—	—	—	—	—	170	—	—
加田屋川最下流の橋	D	14:20~	晴	—	—	—	—	—	4.6	—	8	—





5. 河川環境保全のために必要なこと(考察)

5-1. 生物面から見たまとめ

今回の生息生物調査では、予想より遥かに多くの種類の生物を採集することが出来た。これは、芝川の生息生物調査においては、前回から大きく進展したと言えるだろう。中には、水質の指標となる生物もいたため、芝川の水質状況を大まかにではあるが伺うことができた(この件については、後述の「5-3. 生息生物と水質の関係」において触れることとする)。

芝川のような生活・工業排水が多量に流れる河川環境においても生物は住处を作り、繁殖をし、懸命に生きている。そのような生物たちのために、私たちには今何が出来るのか。実際に川の保全活動を実施するにあたって、川を綺麗にする、という考え方はもちろん重要だが、今以上に環境を悪くしないという考え方も重要である。例えば、川の水質汚濁の原因の一つである生活排水の量を少なくすることで川の環境悪化を防ぐことになる。或いは、川の現状を周囲に発信していくことで人々の川に対する意識を変え、より人々が川のことを身近な存在として受け入れるようになる。これらは結果的に今以上に川を汚さないようにする保全活動となる。

川を綺麗にする事は個人では難しくても、川の環境を今以上に悪くしないようにする事であれば個人が今すぐ実行できることである。一人ひとりが小さな活動をすることによって川は護られ、生物が棲みよい河川が実現するのではないだろうか。

今後の活動では、2011年は一回だけしか実施できなかった生息生物調査を季節ごとに実施し、その季節ごとに生息する生物の違い、新たに採集できた生物と水質との関係性を調べ、より知識を深めていきたい。

5-2. 水質面から見たまとめ

今回、パックテストの性質上、測定結果が完璧ではない箇所がいくつかあり、完全な芝川の上流から下流の水質がわかったわけではない。しかし調査した結果、溶存酸素の飽和度は58～89%、平均77%とまずまず良好であり、それに伴って、アンモニウム態窒素や亜硝酸態窒素の値が小さく硝酸態窒素の値が大きいう、汚濁河川ではなく普通の河川によくあるパターンが出た。pHも全体的に7.0前後であり安定している。だが、CODの値が全体的に高く、DOの値も飽和値には届いていないことから排水の影響を大きく受けている可能性が考えられる。それでも、今回の測定だけで結果を出すのは早すぎるため、今後はパックテスト以外の方法も使い、正確な芝川のデータを集めると同時に芝川に流れ込む排水について調べていきたいと思う。

5-3. 生息生物と水質の関係

5-3-1. 水質指標生物からのアプローチ

芝川上流～下流の生息生物と水質との関係性については、実際に採取・確認できた生息生物を調べることでおおまかな状況を知ることができた。ここでは、まず今回の生息生物調査で確認できた生物の中でも、特に水質特性について記す。

・汚れた川に生息する指標生物

サカマキガイ、シマイシビル、エラミミズ

・きれいな川に生息する指標生物

サワガニ

今回の調査では、以上の指標生物を確認することができた。汚れた川の指標生物が数多く確認出来たため、この結果を見る限りでは、芝川の水質状況は良いものではないと推測できる。しかし、水質指標生物はあくまでもおおまかな状況を伝えてくれるものであり、決して現在の水質状況を断定する存在ではない。現に今回確認できたサワガニはきれいな川の指標生物であって、汚れた川の指標生物ではない。

因みに、水質指標生物ではないメダカも基本的にはきれいな川に生息する生物であり、今回の調査で確認することが出来た。化学的な観点から見た芝川の水質状況を見た限りでは、メダカがもともと生息していたという可能性は殆ど考えられないため、メダカが何者かによって芝川に放流されたか、芝川につながる農業排水路に生息していたメダカが流されてきたと考えられる。サワガニが芝川に生息していた理由についても、似たような見解ができるだろう。

また、荒川水系芝川・新芝川第二期水環境改善緊急行動計画、行動計画参考資料より、モツゴが α -中腐水性に分布しており、やはり芝川でメダカやサワガニといった貧腐水性のきれいな川の生物がもともと生息していたとは考えにくい。芝川の上流のDOは6～6.5mg/Lなので同資料のヤマメ、アマゴが確認できる β -中腐水性にまで達していると考えられるが、下流は

5mg/Lを下回ってしまっている所もあるので生物学的水質階級を見ると、やはり α -中腐水性流域を脱せないと思われる。一方で、一部の項目では河川の環境基準類型B,Cの範囲まで達していることから、芝川の水質は改善されてきていると考えても良いだろう。

5-3-2. 全国調査結果からのアプローチ

ここでは、全国的な魚類調査・水質調査結果をもとに魚類と水質との関係を考察する。

建設省(現国土交通省)は昭和33年以来河川水質調査を継続的に実施し、調査結果は記者発表及び河川水質年鑑、水質年表の形で公表している(菌田、1994)。また、河川の生物調査は平成2年度から「河川水辺の国勢調査」として魚介類等の調査を全国的に実施している(同)。

平成2・3年度の水質調査結果と魚類調査結果を基に、アユ・ウグイ・オイカワ・モツゴ・コイなど11種類の魚類が生息可能な水質範囲を以下の表にまとめた。上に記載されている魚ほど清流を好むもので、下に記載されている魚ほど汚れた川でも棲むことが出来る、水質汚濁に強いものである。尚、赤字で書いてある魚は、我々の調査結果と既往調査結果で芝川において生息が確認されていることを示す。

水質 魚類	水温 年平均値 (°C)	水温 年最大値 (°C)	pH 年平均値	D O 年平均値 (mg/L)	D O 年最小値 (mg/L)	B O D 年平均値 (mg/L)	NH ₄ -N 年平均値 (mg/L)
ヤマメ・アマゴ	16以下	28以下	7.0~8.0	9以上	6以上	2以下	0.2以下
アユ	—	30以下	6.5~8.0	8以上	5以上	4以下	0.6以下
カワムツ	13以上	23~30	6.5~8.0	8以上	5以上	4以下	0.6以下
ウグイ	—	30以下	6.5~8.0	8以上	4以上	5以下	1以下
オイカワ	—	—	6.5~8.5	7以上	3以上	10以下	2以下
カマツカ	10以上	—	6.5~8.0	7以上	3以上	10以下	2以下
ヨシノボリ	—	—	6.5~8.0	7以上	3以上	10以下	3以下
モツゴ	10以上	—	6.5~8.0	6以上	3以上	10以下	3以下
コイ	10以上	20以上	6.5~9.0	6以上	4以上	10以下	3以下
フナ	10以上	—	6.5~9.0	6以上	3以上	10以下	3以下

魚類が生息可能な水質範囲(菌田、1994より一部改変)

この表から読み取れることは、本研究で確認できたモツゴ、コイはD0年平均値を見る限りで

は、低 DO の環境でも生息できる生物だということである。モツゴ、コイの生息に最低限必要な DO の値は 6 であり、水産用水基準ぎりぎりの数値となっていることから、これらの生物の生息域では有機汚濁が進んでいる可能性があると考えられる。

次に、BOD(生物化学的酸素要求量)年平均値に注目してみると、モツゴ、コイの生息域では最大 10 近くもの値を示している。BOD の値は高ければ高いほど水質汚濁が進んでいると考えられるため、これらの生物の生息域では BOD の値から判断をしても、水質汚濁が進んでいる可能性があると考えられる。

しかし、埼玉県調査で確認されたウグイとオイカワに注目してみると、これらの生物の生息域の DO 年平均値はウグイが 8 以上、オイカワが 7 以上であり、BOD 年平均値はウグイが 5 以下、オイカワが 10 以下である。これらの生物は埼玉県の調査時には生息が確認されており(「3-6. 過去の調査結果との対比」にて記述)、過去の芝川の環境はこれらの生物が生息できる範囲の DO 値、BOD 値を示していたと考えられる。芝川の水質環境は、年々僅かではあるが改善の傾向にあるため、これらの生物が今も生息している可能性は十分にある。このことから、芝川はきれいな訳ではないが、あまりにも水質汚濁がひどいという訳でもない、やや水質に問題のある川だと考えられる。

本研究では、BOD の測定までは実施することが出来なかったため、今後の研究では、その測定も検討していきたい。

6. 結論

芝川の環境は改善されたとは言い難い。現に、水質の悪い河川に見られる生物や高い化学的酸素消費量の値など、芝川の環境改善にむけた課題があるはずである。

しかし、これは芝川に限ったことではない。講師・TA の方々の講義を通して、自分たち個人でできることを考えてみた。やはり水を綺麗にする、生物を守る、環境を整えるということは一人ひとりの意識の問題である。現在、理科研究部内では河川を実際に清掃したいと思っている部員が多く、今後の活動の内容に含めたいと考えている。

謝辞

本研究を実施するにあたっては、下記の方々に、事前の打ち合わせや下見から講座当日の引率、さらに本稿の作成過程に至るまで、丁寧に御指導を頂いた。

講師：東京学芸大学(環境教育研究センター)	吉富友恭氏
講師：国土交通省 中部地方整備局(中部技術事務所)	藪田顕彦氏
講師：日本エヌ・ユー・エス(株)	鈴木あや子氏
講師：埼玉県立川の博物館	藤田宏之氏・石井克彦氏
TA：東京大学大気海洋研究所(国際沿岸海洋研究センター)	鈴木享子氏
TA：東京学芸大学(大学院総合教育開発専攻)	丸山瑛奈氏・新國宏樹氏

埼玉県農林部生産振興課および上尾市建設部河川課は、芝川の調査をするに先立ち必要な諸手続きをするにあたってたいへんお世話になった。本研究は、(独)科学技術振興機構より、旅費や調査用具の購入費などの支援を頂き、各種事務手続きに関しても親切に御対応下さった。記して深く感謝申し上げます。

引用・参考文献

- ・川瀬響・樋谷友寛，2011，芝川の水質環境の現状と今後のあり方に関する研究，栄東中学・高等学校 理科研究部 平成 22 年度 SPP 実施報告書，pp. 13-23
- ・日本水産資源保護協会，2005，水産用水基準
- ・日本分析化学会北海道支部，2002，水の分析 - 第 4 版 - ，pp. 271-273 (8.7 全リン)
- ・荒川水系芝川・新芝川第二期水環境改善緊急行動計画，第 2 章 計画対象河川の概要，pp. 4-14 (埼玉県ホームページより)
- ・荒川水系芝川・新芝川第二期水環境改善緊急行動計画，行動計画参考資料，p. 10 (埼玉県ホームページより)
- ・藪田顕彦，1994，淡水魚類の生息状況と河川水質の関係について，1992 日本河川水質年鑑，pp. 993-1007
- ・太田川河川事務所 シマイシビルの頁より
<http://www.cgr.mlit.go.jp/ootagawa/Bio/shell/index306.htm>
- ・日本産淡水魚の世界へようこそ！ エラミミズの頁より
http://www.geocities.jp/tansuigyo_ofi_kke/TaEramimizu.html
- ・デジタル化 神戸の自然シリーズ 14 神戸の水生生物 トンボ類イトトンボの頁より
<http://www.kobe-c.ed.jp/shizen/wtplant/animals/tombo/yago/zygopter.html>
- ・外来生物法 特定外来生物の解説 ブルーギルの頁より
<http://www.env.go.jp/nature/intro/loutline/list/L-sa-05.html>

・Wikipedia より

<http://ja.wikipedia.org/wiki/アメリカザリガニ>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/サカマキガイ>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/メダカ>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/カダヤシ>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/タモロコ>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/モツゴ>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/ドジョウ>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/ウシガエル>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/テナガエビ>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/イトトンボ>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/チチブ>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/サワガニ>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/ブルーギル>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/ベンケイガニ>

【平成 23 年度 SPP 参加生徒】

秋元 良太	入田 孟大	須田仁志	林 侑孝	芳永博政	榎本 一瑛	西山 真悟
内堀 裕太	黒岩 啓太	市川康介	熊谷一真	大宮雅司	豊澤 啓行	加納由希夫
今成 竜太	宇津宮和輝	長江有祐	萩原直哉	林 俊介	上原悠太郎	木原 裕大
谷津賢太郎	増田 誠也	青柳尚憲				

【本校担当教員】

荒井 賢一 馬場 猛夫