

静岡県立浜松北高等学校地学部

青島 晃¹⁾

1. はじめに

静岡県立浜松北高等学校は明治27年(1894)に創立された100年を超える静岡県でも有数の歴史と伝統のある学校で、浜松市の中心より北西2kmの住宅街に位置しています(写真1)。自由な校風と「自主、自立」の精神が伝統となっており、現在1学年普通科9学級、国際科1学級、計30学級、1,236名が在籍し、勉強のみならず、スポーツや生徒会活動でも活発に活動しています。

本校の地学部は現在部員27名で、天文班と谷下班に分かれて活動しています。活動日は平日の放課後ですが、野外調査や天体観測では土、日を利用して泊まりがけになることもあります。また、文化祭や論文作成、発表会の前は毎日夜遅くまで活動することもあります。年間の大きな目標は、6月に行われる学校祭と10月から12月にかけて行われる学生科学賞などの論文コンクールや理科研究発表会に向けての研究活動です。天文班は夜間の天体観測と並行しながら「浜松市周辺の光害の研究」や「BSアンテナを用いた電波望遠鏡の製作と太陽電波の検出」などの研究活動を行っています。谷下班はいわゆる地質班です。ここでは谷下班の活動の様子や研究テーマについて紹介することにします。もともと谷下班の名前の由来は、昭和40年代に静岡県引佐郡引佐町谷下という石灰岩地帯で洪積世のワニやナウマン象などの動物化石がたくさん発見されたことがあり、その発掘調査に本校地学部の生徒たちが関わったことから、その地名をとって、地質班のことをいつのころからか谷下班と呼ぶようになりました。したがって、地学研究室には、当時の発掘したワニのレプリカやシカなどの白歯の

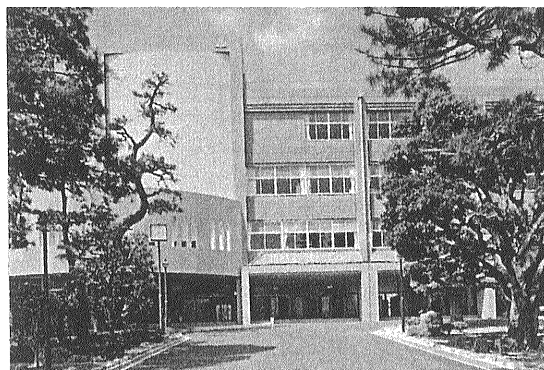


写真1 静岡県立浜松北高等学校正門。

化石が大切に保管されています。

4月になると火山や地震に興味をもった1年生や新種の化石や鉱物の発見を夢みる1年生が上級生の熱心な勧誘に誘われて入部してきます。そして、毎年のように新入部員が「谷下班の谷下って何?」と上級生に質問をするのですが、それを得意になって説明する光景が地学部の伝統行事のひとつになっています。そして、これを知った新入部員たちは、谷下班の伝統の重みを肌で感じて、気持ちを引き締め、研究活動に専念するようになってゆくの

2. 活動の歴史

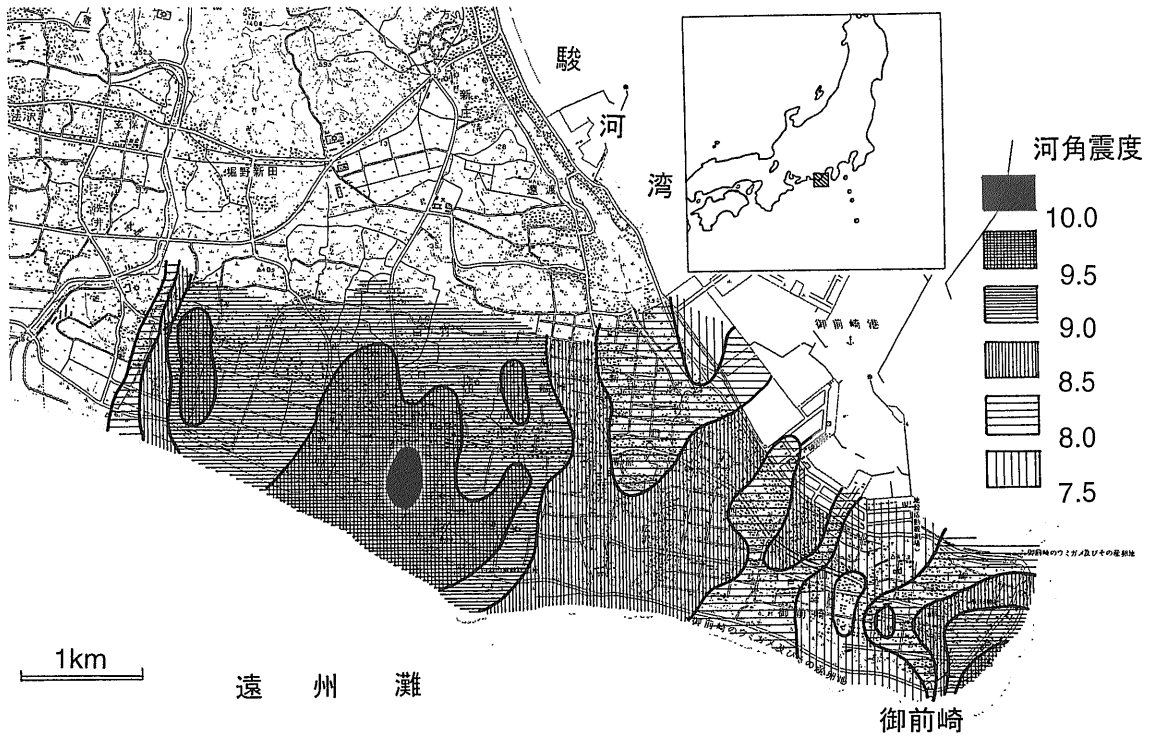
研究活動の歴史とその内容について簡単に紹介します。

1965年～1980年

「静岡県西部地方の洪積世の動物化石や第四紀地質の研究」を行い、静岡県西部地方のワニを中心とする洪積世動物化石や洪積台地の成り立ち

1) 静岡県立浜松北高等学校：
〒432-8013 静岡県浜松市広沢1-30-1

キーワード：地震、御前崎、地学教育



第1図 東南海地震(1944)による御前崎地域の震度分布図。数値は河角震度を示す。

を、長期間にわたって組織的に明らかにしました。

1984年～1987年

「風紋の研究」を行い、遠州灘海岸でみられる風紋のできる仕組みを、注意深い観察や室内風洞実験によって明らかにしました。

1989年～1995年

「鳴き砂の研究」を行い、京都府琴引浜で見られる鳴き砂の鳴く原因について、後背地の花崗岩地質と関連させたり、海岸調査や室内実験により明らかにしました。また、遠州灘の砂を使って人工鳴き砂の精製に成功しました。

1996年,1997年

「御前崎地域の東南海地震の被害と地盤の研究」を行い、東南海地震(1944)による御前崎地域の被害をアンケート調査により明らかにして、活断層などの地盤との関連を考察しました。

1998年

「歴史地震による浜名湖を襲った津波の研究」を行い、明応地震(1498)、慶長地震(1604)、宝永地震(1707)、安政地震(1854)、東南海地震(1944)の5つの地震に注目して、津波の被害を古文書や市

町村史などの文献や聞き取り調査をもとにして調べました。また、1万分の1の浜名湖の模型を作成し、この中に水を入れて津波の伝わり方を明らかにしました。

上記の研究の歴史でもわかるとおり、現在では、洪積世の動物化石や第四紀地質の研究は一段落して、10年ほど前から「鳴き砂」や「風紋」のような堆積物を中心とした研究と、予想されている東南海地震やそれに関連する歴史地震の研究が続いています。特に1995年度の「鳴き砂」の研究では、科学の甲子園といわれる日本学生科学賞中央審査で文部大臣奨励賞、1997年度の「東南海地震による御前崎地域の被害と地盤」の研究では環境庁長官賞を頂くことができました。

このうち東南海地震による御前崎地域の被害と地盤の研究について、詳しく紹介します。

3. 東南海地震による御前崎地域の被害と地盤の研究

東南海地震は1944年、熊野灘を震源として発生したM7.9の巨大地震で、静岡県西部地域に大きな

被害を及ぼしました。しかし、当時は戦争中であったため、被害の詳細については、不明な点が多くあります。その後、御前崎地域は、東海地震の震源域の直上にあたることになり、にわかに注目を集めるようになってきました。そこで、私たち浜松北高校地学部は、調査があまり進んでいなかった御前崎地域に注目して、この地域における被害と地盤との関係を調べてみることにしました。

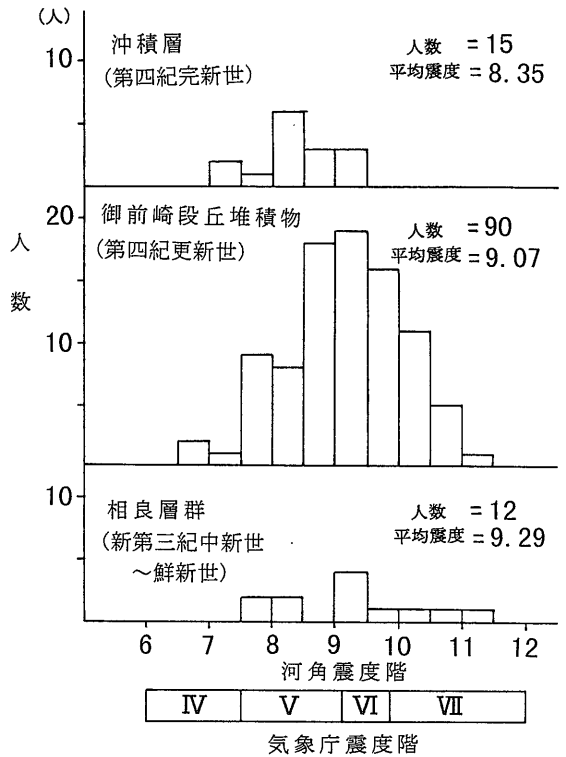
まず、東南海地震による御前崎地域の被害の概要をつかむために、予備調査として、御前崎測候所に保管されている被害写真や報告書を読みました。また、この地震の体験者に聞き取り調査も行いました。聞き取り調査のため、東南海地震を体験した方々のお宅に伺って揺れや被害の様子を聞くと、大地震を体験したことのない生徒たちも本当に地震の恐ろしさを実感したようでした。次に、この被害の詳細を調べるため、御前崎の小中学生1,500名に依頼して、地震体験のある祖父母に答えてもらうアンケート調査を行いました。この結果181名のアンケート票を回収できました。これを集計して全体の平均の震度を求めてみたところ、気象庁震度階ではVの強からVIの弱であることがわかりました。次にどんなところが揺れやすいか、被害が大きいかを調べるためにマイクロサismックゾーニングマップの手法を用いて震度分布図を作成しました(第1図)。この結果、御前崎町白羽地区に家屋被害や大きな揺れを体験した人が集中していることがわかりました。

そこで、この被害や揺れがどんな原因によるのかを考えました。地学の教科書によると「一般に軟弱地盤では揺れが大きい」ということや、隣接する西側の軟弱な沖積層地盤地域に東南海地震の被害が集中していたことから、

仮説1 「被害や揺れの大きいところは、軟弱な沖積層地盤ではないだろうか?」

という仮説を立てました。これを検証するため、地質図に、アンケート調査で作成した震度分布図を重ねて、地盤ごとに震度を集計し直しました。しかし、この結果は、第2図のとおり、はじめの予想とは全く逆になってしまいました。すなわち、揺れや被害が大きいところは、硬い相良層群や御前崎段丘堆積物

1999年7月号



第2図 震度の地盤別頻度分布。

積物であり、柔らかい沖積層地盤の平均震度は小さいことがわかりました。何回もアンケート票の集計を繰り返しても、住宅地図と地質図を照らし合わせても、このような結果になり、部員の間でも話題になりました。

そこで、なぜ硬い地盤のところで揺れが大きくなったのかを検討してみました。どうしてだろう、なぜだろうという疑問が部員の中で渦巻いていたとき、ある生徒が兵庫県南部地震の被害が活断層に沿っていたことにヒントを得て、この地域にも活断層がないか調べてみようということになりました。早速、地質図や文献を調べてみると、御前崎地域には活断層が存在することがわかりました。一般に東南海地震のようなプレート境界型の地震では、内陸の活断層は動かないと言われていました。しかし、最近、関東大地震の延命寺断層(杉村,1974)のように、プレート境界部での巨大地震に伴って「おつき合い断層」(寒川ほか, 1985)として受動的に内陸の活断層が活動する例が知られていることも文献からわかりました。また、断層は活動しなくとも、断層や基盤の地質構造により強震動が発生する可能性も指摘されていることもわかりました。そこでこ

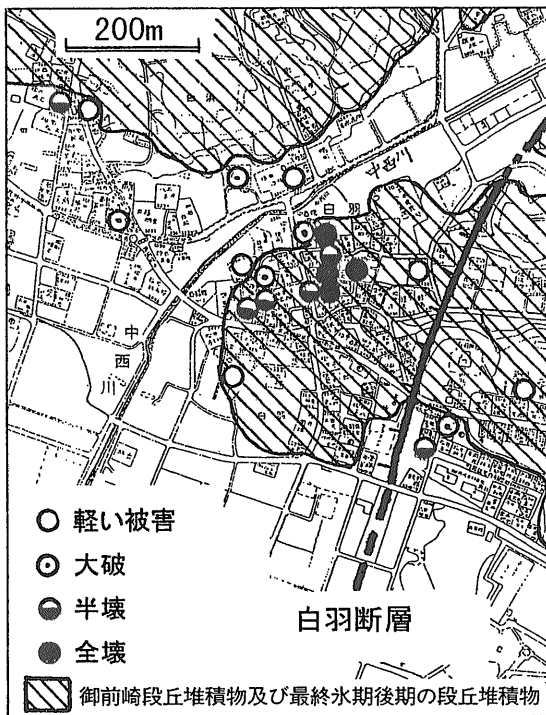


写真2 御前崎での水準測量風景.

これらのことを参考にして、

仮説2 「被害や揺れの大きいところは、活断層などの地質構造の大きく変化するところではないだろうか？」

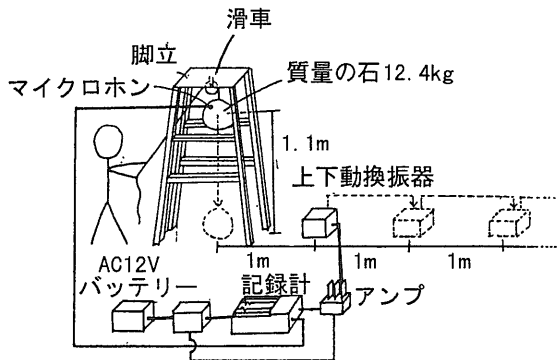
という新たな仮説を立て検証してみることにしました。このためにまず、文献を読んだり、空中写真の実体視を行って活断層や基盤の褶曲構造の位置を探しました。次に、野外調査に出かけ、これらの断層の位置や形態を観察しました。さらに、水準測量を行いました(写真2)。この結果、変位、長さとも大きい活断層として白羽断層があり、この白羽断層はアンケート調査でわかった白羽地区の被害や揺れの大きい地域のすぐそばを南北に横切っていることを確認しました(第3図)。また、基盤の相良層群の褶曲構造の軸が近くにあることもわかりました。



第3図 御前崎町白羽地区の家屋被害の分布.

さらに地割れの分布図を作成してみました。地割れの分布も、被害の大きかった白羽断層に沿った地域にたくさん発生していることがわかりました。この活断層を上空から見てみようということになり、ラジコン式パラグライダーにより空中写真撮影を行ったり、露頭を強力接着剤を用いてはぎ取って、転写標本も作成しました。

次にこのようにしてわかった地盤と揺れの関係を実験的に確かめるため、大きな石を落としたり(第4図)、建設資材用足場の板をかけやで叩いて



第4図 地盤の振動調査. 石を一定の高さから落下させて振動を発生させ、それを換振器を移動させて記録する.

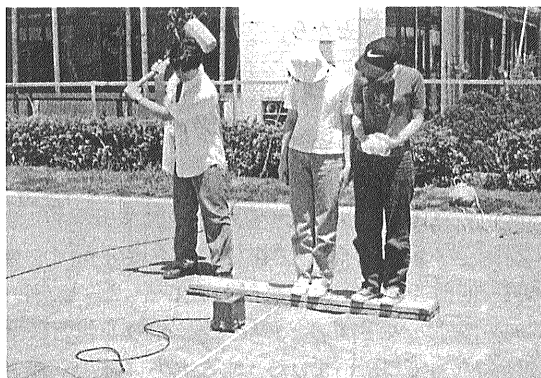


写真3 地盤の振動調査風景.

振動をおこしたりして(写真3)、発生した振動を地震計で記録する振動実験を行いました。また、食用こんにやくに断層に見立てた切れ目を入れたり、褶曲の代わりに曲げたりして、自作の小型振動センサーを乗せ、こんにやくを振動させて揺れを調べるモデル実験も行いました。この結果、地盤別の地震波の速さや断層や褶曲による震動の影響などがわかりました。

最後にこれらの地盤の振動実験を考慮にいれながら、白羽地区で発生した強震動は、入力した地震波が、活断層や基盤の相良層群の地質構造、地形の影響を大きく受けて、反射、屈折、干渉を繰り返して、振幅や加速度が増幅されて、揺れや被害が大きくなったものではないかと推定しました。しかし、白羽断層が東南海地震で活動した直接的な証拠は見つけることはできませんでした。第5図にこの研究の流れを示します。現在、御前崎地域では東海地震による大きな被害が予想されるので、私たち浜松北高地学部はこれからも研究を続けて、やがてくるであろう東海地震の防災対策に役立つ研究成果が出せるように努力していくつもりです。

4. 活動を見守って

この研究では、戦争による資料の不足を、アンケート調査や聞き取り調査で補うことから研究を始めました。東南海地震のような過去の自然災害をテーマにした高校生の研究では、写真などの映像や文献だけでなく、体験者に話を聞くことも、研究の動機づけや自然災害の実態を知る有効な手段であることを痛感しました。

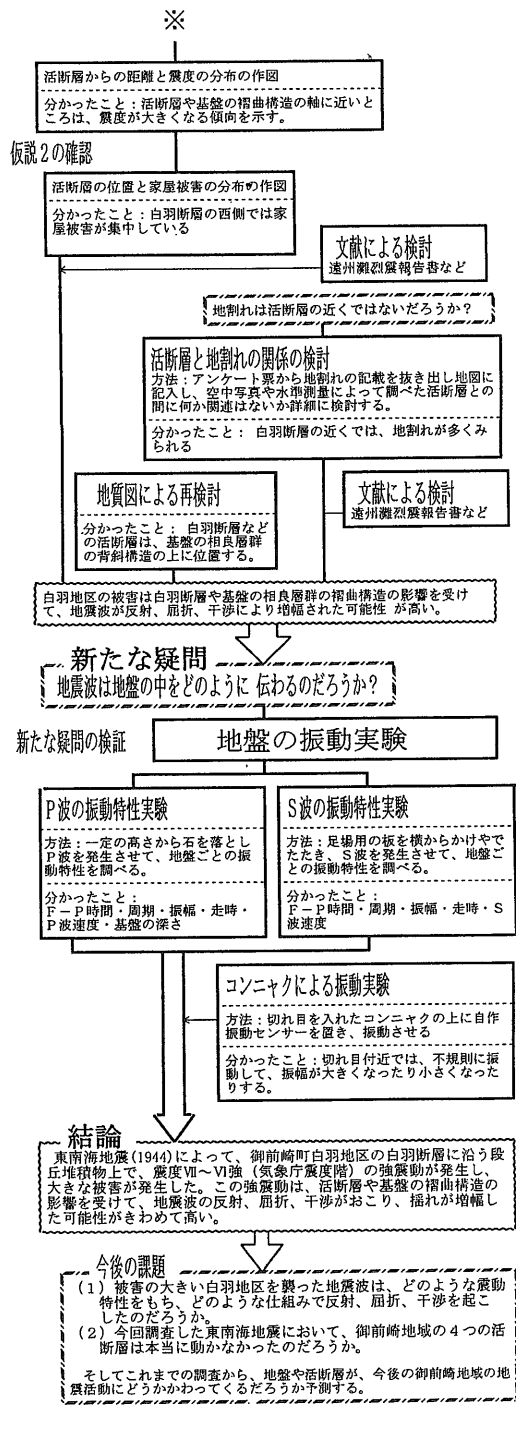
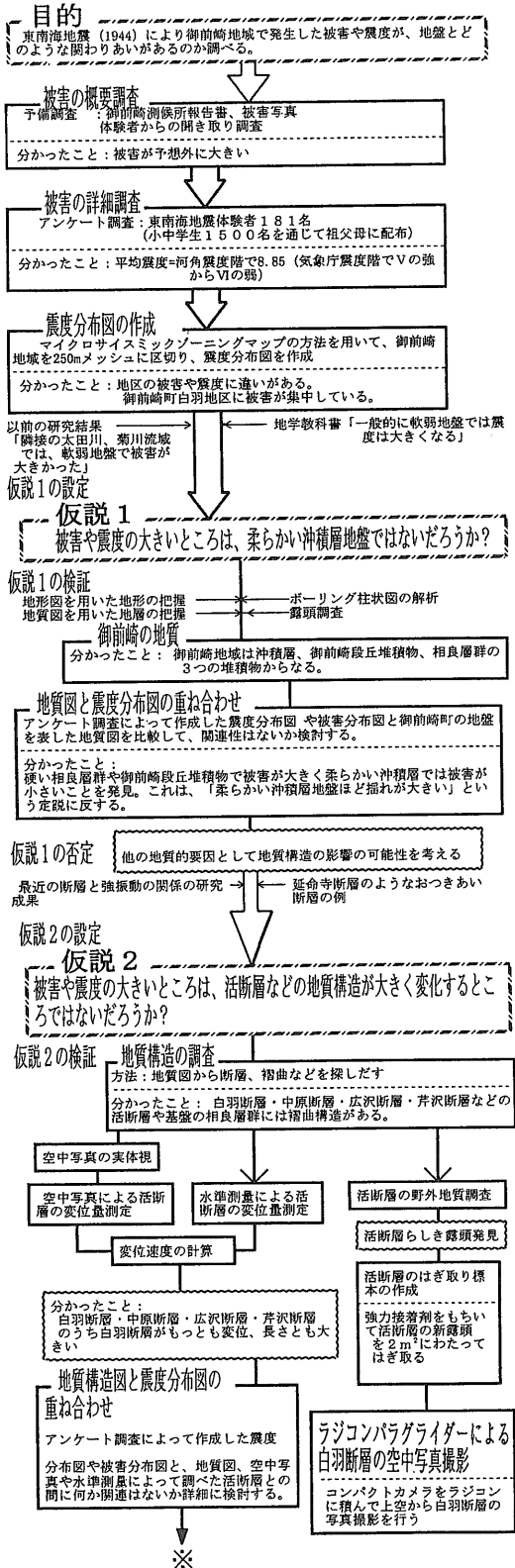
部活指導で重点を置いていることは、フィールドワークとグループ討論を十分行わせ、仮説を立てさせ、それを再びフィールドワークや室内実験で確認する作業を繰り返して結論を導くことです。この研究でもアンケート調査によって明らかになった東南海地震による御前崎地域の被害や震度が、地盤とどのような関係があるかを野外調査や実験を繰り返すことによって確認しました。

初め、軟弱地盤の沖積層で被害が大きくなるのではないかという仮説1でスタートしましたが、否定されました。そこで文献や地質図を調べてみると、活断層や地盤の相良層群の褶曲構造などの存在が

わかり、これらが揺れや被害を大きくしたのではないかという仮説2を設定することにしました。さらにこれを確認するために、地盤の震動調査やこんにやくを使ったモデル実験に発展させて行きました。この結果、白羽地区の強震動の原因を完全には解明できませんでしたが、研究の進め方や考え方のプロセスを生徒は学んだことと思います。

また、高校生の研究といえども学術的価値の高いものを追求したかったので、参考文献として地震学会や地質学会、地質調査所の学術論文を与え、輪読会などを行って勉強させました。このような研究を生徒と共に行いながら感じたことは、高校生はまだ十分な地球科学の基礎的な知識や理論を持ち合わせてはいませんが、そのひらめきやアイデアのすばらしさ、発想の柔軟性は一般の研究者にひけをとらないものを持っているということです。例えば、生徒の中から活断層を空から見てみたいという発想がおこり、はじめ航空機による空中写真しかイメージできなかった顧問に対して、生徒は安価に空中撮影ができる方法として、使い捨てカメラをラジコン式パラグライダーに取り付け、上空から撮影する方法があることを思いつきました。また、断層や地質構造が揺れにどのような影響を与えるか調べるとき、こんにやくに切れ目を入れて揺すり、小型センサーでそれをとらえるという方法を考えつきました。このように、部員の発想は大人には思いもよらないものがあります。これもまた、部活指導の醍醐味のひとつなのです。

野外調査は、夏休みに御前崎のオートキャンプ場でテントを張って行いました。真夏の路上の炎天下での水準測量は、脱水症状や日射病に気をつけなければいけないきつい作業でしたが、それが終わるとみんなで御前崎の海食台で海水浴や貝取りをして遊びました。このように高校生には、楽しみながら研究をすすめることも、大切であることを学びました。苦心することは、生徒は3年経つと卒業してしまうため、研究成果や問題点を、上級生から下級生へいかに正確に継承させるかということです。これは部内で勉強会や発表会を行うことで現在、解消の方向にあります。もうひとつは、研究資金の慢性的な不足です。高校では大学や研究機関のように高価な機器を買うことはできませんから、小型振動センサーのように、多少精度は低くてもよ



第5図 研究の流れ。

いので、できるだけ自分たちで工夫しながら観測機器を自作するように心懸けています。

なお、地学部の紹介がインターネット上でご覧になれます。URLは下記のとおりです。

<http://www.orange.ne.jp/~kitako/chigaku/earthclub.htm>

参考文献

- 活断層研究会編(1991):新編日本の活断層. 東京大学出版会.
 桂島 茂・寒川 旭・橋本知昌・宮崎純一・渡辺和明・斉藤英二(1987):静岡県御前崎地域の活構造. 地質調査所月報, vol.38, p.319-330.
 岡田成幸・宮川忠芳・太田 裕(1985):高密度震度調査にもとづく地域内震度予測式の構成-札幌市を例にして-. 日本建築学会構造系論文報告集, 348, p.11-18.
 大庭正八(1957):1944年12月7日南海地震に見られた遠江地方の家屋被害分布と地盤の関係. 地震研究所彙報, vol.35, p.201-295.
 大橋ひとみ・藤林一久・太田 裕(1982):1982年3月21日の浦河沖地震の高密度震度調査-震央域の震度分布と住民の行動-. 1982年3月21日浦河沖地震調査報告4, p.135-144.

- 太田 裕・後藤典俊(1973):アンケート調査による道内各地の震度推定とSeismic Microzoning Map作成の試み. 1973年6月17日根室半島沖地震調査報告, 5, p.302-325.
 太田 裕(1974):通信調査による川崎市の地震危険度図(Seismic Microzoning Map)の作成. 川崎市の震災予防に関する調査報告書, p.4-52.
 太田 裕・後藤典俊・大橋ひとみ(1979):アンケートによる地震時の震度の推定. 北海道大学工学部研究報告, 92, p.117-128.
 太田 裕・大橋ひとみ(1979):地震に伴う人間行動の実態調査(1)-アンケートによる資料の収集と整理-. 地震, 2, 32, p.399-413.
 太田 裕・鏡味洋史(1987):高密度震度調査の実施・解析方法の改善. 地震災害事象の通信・面接現地調査法にもとづく組織的研究自然災害特別研究計画研究成果, p.9-19.
 寒川 旭・桂島 茂・宮崎純一(1985):駿河湾西岸南部地域の活断層. 地震学会講演予稿集, no.1, p.283.
 静岡県(1997):静岡県史 災害編.
 杉村新(1974):関東地震と活断層. 垣見俊弘・鈴木尉元編「関東地方の地震と地殻変動」ラテイス社, p.157-174
 杉山雄一・寒川 旭・下川浩一・水野清秀(1987):静岡県御前崎地域の段丘堆積物(上部更新統)更新世後期における地殻変動. 地質調査所月報, vol.38, p.443-472.
 杉山雄一・寒川 旭・下川浩一・水野清秀(1988):5万分の1地質図幅「御前崎地域の地質」及び説明書. 地質調査所.

AOSHIMA Akira (1999) : Hamamatsu-Kita High School.

< 受付 : 1999年5月6日 >