

集中講義形式による野外調査を重視した環境教育

- 都立高専 3 学年「自然地理」の実践 -

Environmental Education by Fieldwork in Intensive Lecture Style

- Practical Records of “Physical Geography” in 3rd grade of

Tokyo Metropolitan College of Technology -

日原高志¹⁾

Takashi HIHARA

Abstract : For effective environmental education, three fieldwork projects were planned and carried out in an intensive lecture style during the long college vacation. In the summer vacation, meteorological observation was carried out to understand the mechanism of the valley and mountain wind system in Ome city. In the winter vacation, after performing the self-made software of TANK MODEL computer simulation to consider the change of flood pattern caused by the Tama New Town development, investigations of micro scale landforms, vegetation, soil, land uses and runoff generation in Tama hills were carried out to recognize the human impact on the natural environment. In the spring vacation, geomorphological and geological surveys of the active fault called the Minamishitaura fault in Miura peninsula were carried out to consider disaster prevention of earthquakes. Judging from the students' impression, these fieldwork projects were effective to ponder the relationship between the natural environment and human activities. It is important that this college of technology is going to use an intensive lecture style to divide its tight class schedule.

Keywords : Fieldwork, Environmental education, Computer simulation, Intensive lecture style, 3rd grade student

1. はじめに

近年、情報化が目覚しく進展している一方で、児童・生徒の理科離れに歯止めがかからない。2007 年 4 月 26 日に東京都教育委員会が公表した「都立高校に関する都民意識調査」でも「今後増やすべき都立高校」において中高一貫校 46.4%、総合高校 33.4%の高いニーズに比して、科学技術高校(SSH)などは 20%以下の支持しかなく、都民に必要性を認められていない。このような初等中等教育界の動向と高等専門学校の入試倍率低迷は符合している。現場の実践で感じるのは、情報化とりわけインターネットの普及により、データを安易にダウンロードしソフトウェアで図化することで「研究」が行えてしまう状況下で、自らデータをとる経験自体が不足していることが理科離れに拍車をかけていることである。筆者の自然地理学研究的経験では、自らデータを取得し図表にプロットする過程でデータの構造に関する作業仮説が立てられるとともに、データ取得の苦勞が地道な解析の動機付けになってきたが、昨今の児童・生徒・学生にはこの経験の機会が欠けているのである。

また、環境教育の重要性が叫ばれる一方、多くの実践は教室での机上の知識の獲得にとどまっている。1990 年代以降、環境教育や Global issues に関する教育において Think globally, act locally という標語やグローバルという造語が多用されているが、地理学の観点から検証すると、それらの実践の中には異なるスケールの現象を混同して誤った知識を教授しているものも散見される。大都市に居住する学生は日常生活において自然環境に触れる機会も少なく、環境問題の実感的理解の推進は

重要なテーマとなっている。

上記の問題に対応するためには野外調査を重視した環境教育の実施が不可欠であるが、高等専門学校では実験・実習科目と非常勤講師の多さから時間割の組み換えなどによりフィールドワークの時間を設定・確保することは不可能である。

一方、1991 年の高等専門学校設置基準の大綱化は集中講義形式の授業形態を可能にし、東京高専、長野高専、沼津高専、久留米高専等で集中講義が開講されている。学校 5 日制の完全実施にもかかわらず高専設置基準の卒業単位数は削減されなかったため、現在、高校卒業単位数が 74 単位なのに、高専では平均すれば 3 年で 100 単位の履修となり、過密な時間割が問題になっている。集中講義の運用は過密な時間割の分散にもつながり、今後、積極的に活用すべき形態であるとともに、時間割では実施できない実験・実習・演習型の授業を効果的に展開できる場であることも明らかである。

都立高専では 2002 年度より教育課程の弾力化を柱とした一般教養科目の教育課程改革を実施し、選択科目に集中講義枠を新設した[1]。この枠に開講を希望した「化学演習」(1 学年)、「化学実験」(3 学年)、「物理学演習」(3 学年)、「シーズンスポーツ」(3 - 5 学年)とともに、筆者は上記の問題意識から野外調査を重視した環境教育科目「自然地理」(3 学年)を開講した。高等専門学校 3 学年におけるこのような試みは前例がなく、科目開設・調査実施に向けて様々な検討が必要であった。

本稿は、集中講義を利用したフィールドワーク科目「自然地理」のシラバス設計、調査計画立案、その実践結果を報告するものである。

1) 東京都立産業技術高等専門学校 ものづくり工学科

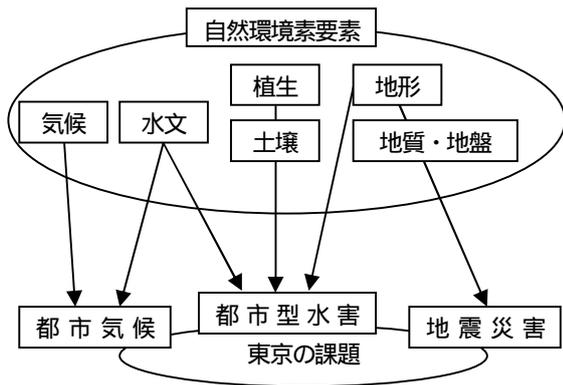


図1 自然環境素要素と東京の課題

2. シラバスの設計

(1) 自然環境の捉え方

本実践では自然環境を「気候、植生、土壌、地形、地質とそれらをめぐる水の自然環境素要素の相互関係」と捉えた。それぞれの素要素にはマルチスケールな階層性があるので、野外調査で効果的に捉えられるスケールとしては小気候、小地形・微地形のスケールになる。

(2) 大枠の設計

本実践が一般教養科目であることから、東京の課題を考察させる基礎として自然環境を理解させることを考えた。また、長期休業が春季・夏季・冬季の3回であることから、3テーマに集約することとした。

そこで、東京の課題として、地震災害、都市気候、都市型水害を念頭において、地震の震源である「活断層の調査」、「ヒートアイランドの調査」、「都市化に伴う洪水流出の変化の調査」のテーマを検討した。これらは自然環境素要素と図1のように関連する。

「活断層の調査」では地形学・地質学の調査方法を用い、「ヒートアイランドの調査」では小気候観測を実施し、「都市化に伴う洪水流出の変化の調査」ではかつて自作したオリジナル・シミュレーション教材「タンクモデルによる洪水流出解析」[2]とフィールドワークを結びつけるという大枠を構想した。

このうち、ヒートアイランドは都市化によって発生した応用的・学際的現象なので、その考察のための基礎的技能と本来の自然現象に対する知見を育むために、自然状態の気象現象を考察させるほうが有意義であると考えた。対象とすべき現象は、

18歳にも原理的に考察が可能で、予定した観測日に確実に測定でき、購入可能な気象観測機器で捉えられる、できるだけ劇的な現象が望ましいことから、海陸風と山谷風に絞った。

海陸風は海と陸の、山谷風は昼と夜の、ともに熱的な条件によって起こる、風向が180度変わる風の測定なので、観測結果を風程図に仕上げた際に劇的な変化として捉えることができ、基本的な原理も18歳の学生には十分理解できる。当初、学校が湾岸地域に位置し、時を同じくして汐留シオサイトの建設がヒートアイランドを悪化させるとするマスコミ論調が流行していたので、海陸風の測定を検討して予備観測を実施したところ、

表1 野外調査地域検討の諸条件

諸条件	概要
教育行政上の条件	<ul style="list-style-type: none"> ・ 予算（旅費は近接地、宿泊不可） ・ 管理職の承認（場合によっては教委への届出） ・ 保護者の了承（参加承諾書集約）
教材研究上の条件	<ul style="list-style-type: none"> ・ 既成の学術研究があること ・ 確実に成果が得られる
学生引率の実際上の条件	<ul style="list-style-type: none"> ・ 学生の体力・集中力から調査時間、移動距離が規定される ・ 学生に調査の感動を与えられる ・ 虫害・人通り等の安全性 ・ 駐在所・交番・病院等 ・ トイレ・コンビニ等の有無

当日使用しうる観測機器や観測体制に比して現象のスケールが大きすぎるのが懸念された。学校周辺ではビル風を含む様々な乱流が測定され、理想的な観測予定地が見つからず、垂直方向のスケールが大きい海陸風のみ成分を測定・抽出することは困難であった。

そこで、山谷風の観測を検討した。筆者はかつて学生時代に気候学実習において山形県寒河江川で山谷風の昼夜観測を実施した経験があり[3]。最初に風向が変わったことを体感したときに感動したことを記憶している。都内のいくつかの谷で予備観測を実施したところ、鉄道の始発から日没直後までの観測で山風吹走・風・谷風吹走・風・山風吹走が測定された。山谷風はヒートアイランドとの関係についての研究もあり[4]。発展性もあると考えた。

こうして、「活断層の調査」「山谷風の観測」「都市化に伴う洪水流出の変化」の3テーマを抽出し、実施する季節を検討した。高気圧に覆われた静穏な夏季に顕著に発現する「山谷風の観測」は夏季休業とした。他の二つの調査はフィールドを歩くので、夏季はスズメバチ等の虫害も危惧されるので、冬季および春季とした。

(3) 調査地域の検討

調査地域の検討にあたっては、いくつかの条件を満たす必要がある（表1）。

まず、教育委員会管轄の学校としての学生引率のルールによる条件である。これらは管理職の指導の下、規定のルールどおりに設定を行った[5]。

次に「教材研究上の条件」である。この部分が成否を決める最も重要な観点である。しかし、学術的に優れていても「学生引率の実際上の条件」から、採用できない場合もある。そこで双方の観点を組み合わせて、以下のように検討を行った。

「活断層の調査」候補地

活断層調査では、断層露頭、明瞭な垂直・水平変位地形、上盤・下盤の地層露頭の見学が条件となる。

東京都内には立川断層があるが、断層露頭もなく、変位地形も顕著ではない。そこで、近接地の中から、京浜急行沿線の三浦半島の活断層群を含めて検討した。本校の学生の大半は京浜急行を利用しており、学校（鮫洲駅）までの旅費が通学定期で済むので、保護者の旅費負担を少なくすることができる。表2に示すような条件[6]の比較から「南下浦断層の調査」に決定した。

表2 活断層調査地の検討表

諸条件	三浦半島の活断層群					
	都内の断層 立川断層	北武断層	武山断層	衣笠断層	南下浦断層	引橋断層
引率旅費						
交通・徒歩6km以内		×	×	×		×
トイレ・コンビニ等						
断層露頭	×	×	×	×		×
明瞭な変位地形						
地層露頭	×					

予備調査で菊名川の offset stream の壮大さに感動したのと、南下浦給食共同調理場裏の断層露頭で学生が活断層に「触れることができる」ことが決め手となった。金田湾から東京湾に伸びる断層露頭が春季の大潮の時期に顕著に見られることから、この調査を春季休業に実施することにした。

「山谷風の観測」候補地

山谷風の観測候補地は、鉄道沿い、谷が東西方向、器材搬入のための駐車場の有無から絞っていった。谷が南北方向等の場合、片側の斜面のみ日射をうけ、モデル化が複雑になってしまう。太陽の進行方向に谷が向いており、支流ができるだけ少ない場所が3年生対象の観測としては最適であると考えた。5万分の1の地形図で都内全域を検討したところ、これらの条件を満たす地点として青梅市沢井付近の多摩川が浮上した。現地調査を行ってみると、都営寒山寺駐車場（公衆トイレあり）が利用でき、駅から5分で谷底に下りられるとともに、川沿いの御岳遊歩道から中洲に下りることができるので谷の中央部での風向風速観測が可能であった。中洲から駐車場（トイレ）までは標高差30mであるが徒歩5分で移動可能である。この斜面に自記温度計を設置することによって垂直方向の考察も可能になると考えた。また、付近には東京の地酒で有名な「澤乃井」の小澤酒造があり、同社が経営するレストラン・売店もあるので人通りも多い。徒歩2分で駐在所があるとともに、2004年12月8日の都議会本会議で横山教育長（当時）から「都立高専独法化が必要」発言を引き出した自民党都議（医師）の所属する沢井診療所もある。付近に大きな支流もなく、予備観測では典型的な山谷風が確実に測定できた。

「都市化に伴う洪水流出の変化の調査」候補地

水文観測（降雨流出観測）を実施日時が制限される授業形態で実施することは不可能である。そこで、筆者が水文観測を実施した経験と資料を有する多摩丘陵を軸に、筆者の測定データの解析による事前授業とそのフィールドを実際に体感する野外調査という構成を考えた。

多摩丘陵に関しては小山流域、永山流域、車橋流域のデータを用いた自作シミュレーション教材を開発・実践している[2]。小山流域では筆者自らが1985年度から1987年度にかけて降雨流出機構の野外観測を実施し多くのデータを持ち合わせており、流域特性[7]、短期流出機構[8]、長期の流出現象[9]について多くの図表を作成しているので、教材は豊富である。また、小山流域における都立大学地理学教室（当時）による一連の観測も公刊されている[10]、永山流域については安藤義久の研究[11]があり、車橋流域ほかと合わせてデータが公表されている[12]。

このデータを用いて筆者も車橋流域と大栗川橋流域での都市化による洪水流出の変化の解析を行っている[13]。

これらの知見を組み合わせるとともに、多摩丘陵のかつての土地利用も見学できるようなコース案を検討した。

(4) コースの詳細の決定

女子学生を含む履修者の体力・自宅からの所要時間を考慮して、春季・冬季の見学中心の調査は12時集合-16時解散の4時間で徒歩6km程度、夏季の観測は6時から19時までを7班に分けて各班集合から解散までを2時間30分で計画した。

下見は各コースとも10回以上実施した。とりわけ留意したのは、地理学科の専門科目ではなく工業高専における一般教養科目であることから、見学の順序を効果的な知識獲得の順序と一致させたコース設定にこだわったことである。例えば、活断層調査（表9）では、まず三浦半島の地形を概観し、断層の下盤側の地層（宮田層）、断層の上盤側の地層（初声層）の露頭をみて地層の知識を獲得させ、菊名川の30分程度の自由調査でここまで獲得した地質・地形の知識をもとに断層の位置の特定を試みさせ、南下浦給食共同調理場裏で活断層自体に触らせる。

また、長時間歩く中で、コースに感動を盛り込むことに配慮した。活断層調査では3時間歩いて疲れたところで東京湾に出る。海を見たとき学生は歓声を上げ、元気になる。その後、断層露頭に触れて、東京湾に伸びる南下浦断層をみて動いたときの津波被害などに興味を持たせる。そして、三浦海岸駅まで延々30分（2.5km）歩くが、海岸沿いなので学生は楽しみながら歩いている。多摩丘陵の調査では3時間を超えて疲れたところで、夏季休業で観測をした青梅から武蔵野台地までを一望できる長沼公園の展望台に到着する。学生は歓声を上げ、一斉に写メールを友人に送信する。ただ歩かせればいいというものではない。いかに感動を盛り込むかが教員の力量になる。

夏季の山谷風観測については2004年7月の学生観測前に沢井地域において20回の予備観測を実施し現象の発現を確認するとともに、万が一の観測中止時（事故・雷雨等）のレポート用データの蓄積を行った。

冬季の多摩ニュータウン調査は、まず、京王相模原線多摩境で集合し、相模原台地から多摩丘陵に上って小山流域を見学する。その後、電車で京王堀之内駅に移動してニュータウン開発を概観し、堀之内地区の農業・酪農を見学して、都立長沼公園まで歩き、京王本線長沼駅で解散するというルートを考えて。京王堀之内駅から長沼駅までの徒歩3.5kmで「自然改変による開発後のニュータウン」「自然と人間の共生の土地利用」

「自然状態の自然環境」の順に時代をさかのぼって観察でき

表3 「自然地理」の概要

	テーマ	フィールド	野外調査	扱う自然環境要素	詳細
夏季休業	多摩川の山谷風の観測	青梅市	観測	気候・地形	表6
冬季休業	多摩ニュータウンを歩く	町田市・八王子市	見学	地形・地質・植生・土壌・水文	表8
春季休業	南下浦断層を歩く	三浦市	見学	地形・地質	表9

るとともに、多摩丘陵を縦断することになる。春季調査ではほぼ三浦半島を横断し、冬季調査で多摩丘陵を縦断する。この横断・縦断もまた学生の動機付けとなり、感動となった。

3. 「自然地理」の実践結果

(1) 自然地理の履修希望状況

自然地理は長期休業中の集中講義形式の自由選択科目(1単位30時間)である。夏季、冬季、春季にそれぞれ10時間を配当し、内3~4時間を野外調査に充てる構成をとっている(表3)。履修者は募集20名に対して開設初年度の2004年度は79名、2005年度は調整を行い40名に絞った。2006年度以降は学校の統廃合による教育課程調整のために希望者全員を受け入れ、2006年度77名、2007年度60名であった。進級に関係のない自由選択科目にもかかわらず学生の履修意欲は高い。

(2) 自然地理の実践日程

自然地理の実践日程を表4に示す。

選択科目履修希望調査の2月にガイダンスを行い、野外調査中心の科目であること、旅費がかかること、不慮の虫害には防止策がないこと、履修申請に当たっては保護者と相談することを周知している。

4月冒頭に年間の日程のガイダンスを行う。特に、長期休業中の家族旅行等と調査日程が重ならないように早めに調査予定日を周知する。

6月中旬に夏季調査(山谷風観測)の概要説明、班希望調査、保護者の参加承諾書の集約を実施する。

2006年度は統廃合のため履修者が多かったため、夏季調査は2班に分けて実施した。いずれの班も月曜日に事前授業を行う。この日の12時の天気予報で観測実施日を決める。晴天の場合は翌火曜日に調査を実施する。表4の1班は翌日が降雨の天気予報だったので観測日を水曜日としている。2005年度は台風のため木曜日を観測日とした。学生観測日の前日より筆者は徹夜観測を実施する。金曜日に事後指導を行う。この日までに観測結果をエクセルファイル化し学生に配布する。2005年度は観測終了(木曜日)から資料配布(金曜日)までが16時間しかなかったため2日連続の徹夜となりたいへんだった。このデータを用いて夏季休業明けまでに山谷風レポートを作成する。レポート回収日に冬季調査の概要を説明する。

10月から11月にかけて履修学生は昼休み・放課後・休講の時間等を活用して研究室前に設置した自然地理用パソコンコーナー(写真1)で筆者自作の「タンクモデルによる洪水流出解析シミュレーション」の3つの課題を実施し、ワークシートを仕上げる。シミュレーションに要する時間は30分程度である。

表4 2006年度「自然地理」実践日程

月	日		時数
2		履修希望者へのガイダンス	
3		履修申請	
4	3	ガイダンス	
6		夏季調査日程希望調査	
7		夏季参加承諾書集約	
7	24	夏季1班事前授業	9
7	26	夏季1班観測実施	
7	28	夏季1班事後授業	
7	31	夏季2班事前授業	9
8	1	夏季2班観測実施	
8	4	夏季2班事後授業	
8	28	夏季レポート提出・冬季概要説明	1
10		パソコン実習(各自、昼休み・放課後等)	2
11	17	冬季日程希望調査・参加承諾書集約	
12	22	冬季事前授業	2
	25	冬季1班野外調査(多摩丘陵)	4
	26	冬季2班野外調査(多摩丘陵)	
	5	冬季3班野外調査(多摩丘陵)	
1	9	冬季レポート回収日	2
2		春季日程希望調査・参加承諾書集約	
3	2	春季事前授業	4
3	6	春季1班野外調査	4
3	7	春季2班野外調査	
3	8	春季レポート提出日	2



写真1 研究室前に設置したパソコンコーナー

冬季調査は多摩丘陵源流部の自然環境を改変しないように1回の参加者を20名程度とするので例年3回に分けて学生はいずれかに参加する。

春季調査は成績提出前に行わなければならないので、長期休業ではなく学年末考査終了後の採点期間に実施している。こちらは最大30名で実施しており、例年2-3回実施している。

表5 しおり（兼事前授業資料兼事後レポート）の構成

頁	夏季休業「山谷風の観測」	冬季休業「開発による洪水流出の変化」	春季休業「活断層と直下型地震」	
1	目的, 研究地域の概要, 研究方法	目的, 日時, コースと見所	目的, 日時, 持ち物, 服装, 諸注意	
2	観測点の配置, 班編成, 集合時間	持ち物, 服装, 諸注意	課題「事前授業ビデオの内容要約」	
3	遅刻・欠席の場合, 観測項目	多摩丘陵の概観	課題「ビデオの感想と調査の抱負」	
4	服装, 持ち物, 注意	関東平野の地形面区分図	神奈川県「南下浦断層調査報告書」 抜粋	
5	観測点付近略図, 今後の予定	多摩丘陵の地形地質断面図		
6	記録紙 1	小山流域の地形図, 微地形構成		
7	記録紙 2	小山流域の地質と地下水		
8	記録紙 3	小山流域の植生, 土壌		
9	記録紙 4	小山流域の自然環境の配列		
10	課題 観測地周辺のスケッチ	小山流域の流出機構		
11		ふたつのピークを有する流出		
12	レポートの構成	洪水時の地下水の挙動		課題 地形概観のスケッチ
13	1 枚目: 表紙	洪水時の谷頭部の地下水面等高線		課題 宮田層のスケッチ
14	・ テーマ(タイトル)	多摩ニュータウン開発の歴史	課題 飯森地区の感想	
15	・ 学生番号, 氏名	宅地造成と環境保全	課題 初声層のスケッチ	
16	・ 提出年月日	タンクモデルを用いた洪水流出解析	課題 菊名地区の地形学図	
17	2 枚目: 要旨	課題 小山流域と永山流域の違い	菊名地区の詳細地図	
18	3 枚目以降: 本文の章立て・節立て(項立ては各自自由でよいが, 章立て・節立ては統一する。)	1968年の乞田川流域地形図	課題 断層露頭のスケッチ	
19		1995年の乞田川流域地形図	課題 調査中に防災上気づいた点	
20		水系図の変化(乞田川)	課題 調査の感想	
21	はじめに	課題 ホートンの第1法則の確認		
22	山谷風とは何か, 沢井の山谷風にどのような特徴があるかをまとめる。	開発による洪水流出の変化(乞田川)		
23	研究方法	開発による洪水流出の変化(大栗川)		
24	1. 対象地域の概観	小山内裏公園地図		
25	2. 観測方法	課題 小山流域で気づいたこと		
26	3. 解析方法	VIA 長池周辺地図		
27	結果	課題 長池地区のスケッチ		
28	1. 天気図	京王堀之内駅周辺について		
29	2. 気温・湿度観測結果	由木ファーマーズクラブについて		
30	3. 風向・風速観測結果	鈴木牧場について		
31	4. その他の観測結果	堀之内地区地図		
32	考察(自分で節・項立てする)	課題 堀之内地区のスケッチ		
33	おわりに	南陽台地区地図		
34	1. まとめ	課題 南陽台地区で気づいたこと		
35	2. 今後の課題	長沼公園地図		
36	3. 観測・レポートの感想	課題 長沼公園の地形と地質		
37	参考文献	課題 調査の感想		

いずれも A5 版両面印刷

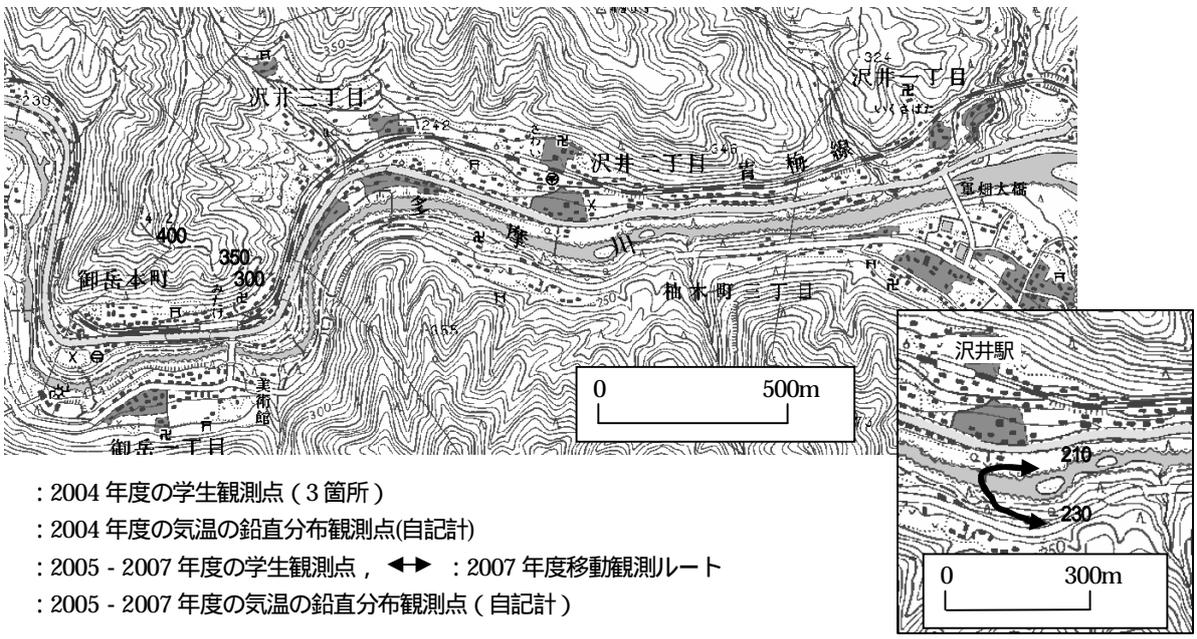
(3) しおり兼事前授業資料兼事後レポートの作成

各調査ともにしおりを作成した。しおりには、目的、鉄道の時刻表を含む日程、持ち物、服装のほか生活指導上の諸問題が生じた場合の措置についても明記し周知徹底した。

観測中心の夏季のしおりは主としてフィールドノートの役割

を果たしているが、見学中心の冬季・春季のしおりは事前授業で使用する資料、当日のルートマップを掲載するとともに課題を出題し、このしおりを仕上げたものが事後レポートとなるように編集した。往路の電車の中でよく読んでくるようにと指導した。

表6 夏季休業「多摩川の山谷風の観測」(配当10時間)(基図は国土地理院1/25000 武蔵御岳)

	時間	テーマ	学習活動	ねらい
事前学習 月曜	1	山谷風とは	鈴木ほか(1985)[3]のデータから風程図を作成し、山谷風の特徴を理解する。 山谷風の発生機構を考える。 吉野(1986)[14]より山谷風、冷気湖について学ぶ。	風程図の作成により山谷風の現象に気づかせ、その発生機構を単純な2次元斜面上で考えさせる。
	2	多摩川の山谷風の特徴	沢井観測点における観測データを解析する。山風発生時、谷風発生時の気温・湿度・風向風速データを図示する。	当日の観測時にデータを取りながら、そのデータの変化の意味を理解できるように、事前の予備観測のデータの解析を行わせる。
	1	事前指導	観測機器の操作方法を理解する。 注意事項を理解する。	観測方法を指導する。 当日の生活指導を行う。
野外調査 火曜から木曜の つち条件のよい 一日	 <p>: 2004年度の学生観測点(3箇所) : 2004年度の気温の鉛直分布観測点(自記計) : 2005 - 2007年度の学生観測点, ◀▶ : 2007年度移動観測ルート : 2005 - 2007年度の気温の鉛直分布観測点(自記計)</p>			
	3	山谷風の観測	1分毎に 気温 湿度 風向 風速 微風速 5分毎に 雲量 水位・水温 30分毎に移動観測(2007年度) 高度計で200, 205, 210, 215, 220, 225, 230mの地点を探し、気温・湿度を測定	班編成(各班各地点8名程度) ・ 7時以前 ・ 7時集合 9時30分解散 ・ 9時集合 11時30分解散 ・ 11時集合 13時30分解散 ・ 13時集合 15時30分解散 ・ 15時集合 17時30分解散 ・ 17時集合 19時解散 2004年度は3地点で観測を実施したが、1名引率では指導しきれないので、2005年度以降は1地点のみで実施した。
事後学習 金曜	1	天気図の作成	観測当日の天気図を作成する。	天気図の作成方法を学ぶとともに、読み方、観測当日の天気概況を理解させる。
	1	山谷風の解析	観測データから風程図、気温と湿度の変化等のグラフを書く	観測当日の気象要素の経時変化を大観させ、レポートで考察する事項をさがさせる。
	1	レポートの書き方	レポートの書式、章立て等執筆要領を指導する。	論文調のレポートの書き方を理解させる。
随時		レポートの査読・修正	レポートの文章の修正を行う	査読を行い、言い回しや論理構成について指導し、論文調のレポート執筆能力を高めさせる。

(4) 夏季休業「山谷風の観測」の実際

事前授業から事後授業までの教案を表6に示す。

調査は事故等もなく順調に実施することができた。ただし、2004、2005年は実施日の数日前に台風の直撃があり、2004年度は多摩川の増水により観測点の移動を余儀なくされ、2005年度は観測日を変更することとなった。しかし、データは解析に値するものをとることができた。

18歳の学生が80名も履修していると調査中にあっても様々な生活指導上の諸問題が発生しうる。集合前・解散後の学生の行動については家庭で責任を持つこと、集合前・解散後に問題行動が起きた場合は保護者に対応していただく旨の依頼を事前に保護者に行い、参加承諾書を集約した。学生には、法律に反する行為(喫煙・万引きなど)、対象地域に迷惑がかかる行為(ごみのポイ捨てなど)などは履修放棄とみなすとともに直ちに学生室の指導に委ねる旨徹底した。最初の野外調査である夏季休業は特に事前指導での注意徹底が不可欠である。

事前授業日(月曜)の12時に観測実施日を確定した後、筆者は観測器材を積んで車で青梅に向かう。16時頃に到着し、観測器材を設置し、前夜観測を実施する。2004年度は学生観測のみで始発から19時までの観測としたところ、ほとんど谷風の観測となってしまった。充実したレポートを書かせるためには夜間観測を実施し、24時間以上のデータの取得が課題となった。しかし、教育委員会管轄の都立高専では夜間の学生観測は許可されなかった。そこで、筆者が徹夜観測を行うことにした。2005年度は筆者が徹夜で1分間隔のデータを取り、翌朝6時より学生観測に引き継いだのだが、午後は筆者の体力が続かずに仮眠を取るようになった。2006年度は研究費配分が従来の一割配分から傾斜配分へと変わったので、筆者への従来の研究費では購入不可能な、夜間のデータ取得を可能にする風向風速のデータロガー(1台40万円)2台の予算を申請した。しかし、運営会議による査定額が30万円だったため、結局データロガーは一台も購入することができなかった。そこで、アナログの風向風速計のディスプレイをビデオカメラで録画する夜間「自記」測定を考案した。夜間の谷の湿度は100%になるので、ビデオカメラが結露で故障することは明らかだったので、翌日学生の飲み物を冷やすために持ち込んだクーラーボックスを利用した。クーラーボックスの中にビデオカメラ、蛍光灯ランタン、除湿シート、風向風速計ディスプレイを設置し、密封する。クーラーボックスは外部の温度・湿度を遮断するので、この方法で夜間自記観測が可能になった。学生観測前に何度かトライアルした中に、残された映像から判断すると、夜間に何らかの獣がクーラーボックスを揺すったことによりビデオカメラが倒れたことによる「欠測」が生じた。そこで、クーラーボックスからランタンの灯りがもれないようシートで覆うとともに、石で押さえる工夫で欠測がなくなった。これで夜間、睡眠がとれるかと思ったら、DVビデオは最長120分しか連続録画ができないので、結局、2時間おきに谷に下りることになった。それでも、段丘面上の駐車場の車中で60分程度とはいえ何度か仮眠が取れるだけでも教員の体力は大いに温存されることになった(表7)。

学生観測は1班4-8名程度なので1-2名ずつ、風向風速、気

表7 教員による夜間観測の実際(2007年の場合)

時刻	行動
16時	観測機器設置, 観測開始 21時まで測定
21時	ビデオによる自記観測開始
	青梅市内で夕食
23時	ビデオテープ交換, イベントテント搬入
	車で仮眠
1時	ビデオテープ交換, キャンプテーブル搬入
	車で仮眠
3時	ビデオテープ・バッテリー交換
	コンビニで朝食・昼食購入
5時	ビデオテープ交換
	沢井駅に1班の学生を迎えに行く
6時	学生観測開始

温湿度、水温水位、移動観測に分けてローテーションですべての項目の観測を経験させた(写真2)。事前授業で1分間隔で観測すると告げると学生は「えー!」「そんな意味あるの?」と反応した。しかし、実際に測定してみると1分の中にも「風の息」があり「先生、1分間隔じゃだめだ」と言い出した。事後の感想で、多くの学生が「2時間はあっという間で短く感じた」と述べている。現地で測ることにより10分毎のアメダスデータでは捉えられる現象に限界があることが実感的に理解できる。

学生観測は19時で終了とした。街灯がほとんどない川原では日没後(18時45分頃)に直ちに真っ暗になることに7班の学生は今更のように感動しながら19時18分の電車で帰宅させた。2007年度は前期末考査の時期変更により夏季休業の開始日が8月上旬に変更になったため、例年より2週間遅い8月14日(火)の観測となった。この2週間でも日は確実に短くなっており、2007年度の学生観測は18時45分で打ち切った(日没は18時30分頃)。18時50分には川原は真っ暗になった。

事後指導のレポート執筆指導は、章立てを示し(表5)、風向・風速に関する考察、高度別の気温変化に関する考察、両者の関係の考察は必ず行わせる(受理の条件とする)とともに、意欲のある学生には湿度等の変動を合わせて考察するよう促した。3学年時点ではレポート執筆等の経験が少ないため、一旦提出させたものを査読し、書き直させる指導を行った。再提出されたものは一定のレベルに達しているが、修正を面倒くさがる履修放棄する学生も4年間で2名あった。



写真2 観測機器の概観(2005年度)

(5) 冬季休業「開発による洪水流出の変化」の実際

事前授業から事後授業までの教案を表8に示す。

事前授業では写真1の研究室前パソコンコーナーで昼休み・放課後各2名ずつ割り振って10月から11月にかけて自作シミュレーション教材「タンクモデルを用いた洪水流出解析」の課題A(練習問題)、課題B(自然流域の小山流域、都市化流域の永山流域の相互比較)、課題C(乞田川のニュータウン開発前後の洪水流出機構の変化)をシミュレーションさせる。この時期は気候が良いので、冷暖房がない研究室前の空間(廊下)の室温は快適である。3課題を30分程度で実施できる。その結果を用いてA4版10頁のワークシートを完成させながら洪水流出機構と多摩ニュータウン開発に伴う流出機構の変化を考察させる。

直前の授業では、しおり(表5)の3-23頁を用いて流出機構に関する認識を深める。

現地調査はまず小山流域の見学を行う。筆者の卒論・修論のフィールドである小山流域は現在都立小山内裏公園大田切西谷戸サンクチュアリーになっており、通常は立ち入ることができない。これまでの研究成果を示し、パークセンターの許可を得て見学することができた。20名を越える学生が同時に立ち入ると足跡によって自然環境が改変させるので3日に分けて(1回20名以内)入らせてほしいというこちらの申し出は、環境保全の立場から管理事務所側から高く評価された。

流域内にはハクビシンなどの巣もある。筆者が20年前に卒論で泊まりこんでいた頃にはなかったシュロが増加している。0層が厚く、学生は自然の流域の落葉層の柔らかさを足で実感する。ここに降雨がもたらされた場合、ほとんどの初期雨量が枯葉を潤すために損失となり流出に寄与しないことが実感できる。冬季ではあるが、谷頭凹地と谷頭平底には異なる下草が繁茂しており、微地形と植生の対応が観察できる。過去3年とも比較的湿潤な冬季となっているので、多摩川の1つの源流である湧水を確認できる。そこが「地下水面と地表面の交点」であることを理解させる。地下水賦存量が増加すると湧水地点が上流に伸展する0次谷の特徴をイメージさせる。小山流域の分水界は通称「戦車道」といわれる旧防衛庁車両試験道路である。今歩いている道は多摩川水系と境川水系、すなわち東京湾と相模湾の分水界であることを説明すると多くの学生が驚く。

一旦、多摩境駅に戻り、遅刻者がいる場合ここで合流し、電車で京王堀之内駅に移動する。過去9回の調査で3回は遅刻者がいた。冬季なのでこの移動の間に車内で暖をとらせる。京王堀之内駅前に長池地区の地形模型のモニュメントがあるのでそこでニュータウン開発について説明する。ここから北を見ると中央大学方面の大栗川北岸は多摩ニュータウン区域外で森林が多いことが概観できる。永山流域は離れているので調査中に行くことはできないので、同様の開発の長池地区で30分間の自由見学を行い、小山流域との違いを考えさせる。この後約3.5kmの多摩丘陵縦断となる。寒い時期なので体調を確認させ、無理ならばここで帰宅させる。2005年の2班は最高気温1の激寒の中での調査となったので、ここで解散し、希望した4名のみ後半の調査を実施した。2006年の2班は温帯低気圧通過に伴う暴風雨だったので、洪水を起こしている大栗川を見学した後、

京王堀之内駅で解散した。このあと、長沼公園まで公衆トイレがないので、トイレを済ますよう指導した。

堀之内地区では、牧場、水田、畑などの地域を見学する。ニュータウンから10分以内で牧場があることに学生は驚愕する。しばらくニュータウン開発前の原風景の中を歩いていくと堀之内川の源流部に南陽台開発が現れる。突如、新興住宅地になることにも学生は驚く。ここで一連の調査で最も厳しい坂を上り、長沼公園の展望台に向かう。ここでは声かけをしっかりとしないと先頭と最後尾が500m近く離れてしまう。

上りきった長沼公園展望台からは関東山地から武蔵野台地が一望できる。多摩丘陵の縦断終了である。記念撮影後、長沼駅に向けて一気に下る。その途中に切り通しの地層が関東ローム層、御殿峠礫層、平山砂層へと変化するのが確認できる。それぞれの地層を触らせ、御殿峠礫層をハンマーで砕く。くさり礫といわれる風化の進んだ状態であり、土木機械で容易に土地造成ができたことが理解できる。平山砂層は砂浜の砂のように柔らかいことに学生は驚く。

12月に実施する1・2班と1月に実施する3班では、やはり日が長くなるのが確認できる。冬至に近い1班では16時には暗くなり始めるが、10日後の3班では16時30分頃まで明るい。

(6) 春季休業「活断層と直下型地震」の実際

事前授業から事後授業までの教案を表9に示す。

統廃合の影響で4月の春季休業がほとんどなくなったために3月の学年末考査後に野外調査を実施している。事前学習ではNHK特集「活断層列島」を視聴する。このビデオの最後に南下浦給食共同調理場の断層露頭が出てくる。「明日、ここを見に行く」と動機付けを行う。

調査当日は三崎口駅集合後、出口地区で三浦半島の海岸段丘と氷河性海面変動についてスケッチブックに仕上げた図を見せながら説明する。参加学生が30名だと2回に分けて説明が必要である。その後、三崎口駅に再度戻るのには遅刻者対策である。過去7回の調査で4回は遅刻者がいたのでここで合流する。

その後、断層沿いを歩くので、地図上で自分がいま断層線の北側にいるか、南側にいるかを確認しながら歩くように指示する。断層下盤の宮田層、断層上盤の初声層をそれぞれ露頭でスケッチし、両地層の特徴を押さえる。分水界の半次のファミリーマートでトイレ休憩をとる。これから2時間ほどトイレがないことを周知する。ここは、晴れていると東西に東京湾と房総半島、相模湾と伊豆半島・富士山が眺望できる見事な場所であり多くの学生は感動する。さらに、ここが東京湾と相模湾の分水界であり、冬休みの「戦車道」の延長であることに驚く。

菊名川の谷底で30分の自由行動とし地形学図を作成させる。ここは横ずれによるoffset streamが顕著で、地形から断層の位置が推定できる上に両岸に地層露頭が連なっている。断層の北側と南側の左右両岸の地質をマッピングさせ、地形と地質から断層の位置を特定させる。

この後、南下浦給食調理場に向かう途中、ちょうど歩き始めて3時間目の15時頃に東京湾岸に出る。本校の目の前の海であるにもかかわらず多くの学生は歓声を上げる。山地の沢井に始まった調査は、丘陵地・台地を経て、ついに海に到達する。

春季調査の事後レポートは、成績処理を直ちに行わなければならないため、現地の各ポイントで仕上げられるスケッチなどが中心になっている。最後の課題の「調査の感想」を帰りの京

急の車内で仕上げ、60分後に横浜で下車する筆者に提出することを推奨している。7割の学生は調査当日に事後レポートを完成させている。

表9 春季休業「南下浦断層を歩く」(配当10時間)(基図は国土地理院1/25000浦賀)

事前指導(4時間)					
活断層と地震, 活断層とは(NHK 特集「活断層列島」視聴), 三浦半島の活断層について, 南下浦断層について, 野外調査の事前指導					
野外調査(4時間)					
No	時刻	場所	テーマ	学習活動	ねらい
	12:00	三崎口駅	集合		
	12:05	出口地区	三浦半島の地形の概観, 低断層崖	課題 景観のスケッチ	三浦半島の地形の概観を理解させる。低断層崖から, 断層地形がどのような景観として潜んでいるかを考えさせる。
	12:20	初声町下宮田	宮田層露頭見学	課題 露頭スケッチ	南下浦断層の北側の地層である宮田層の特徴を理解させる。
	12:40	飯森地区	断層沿いの新興住宅地見学	課題 見学	三崎口駅周辺の, 断層沿いや断層崖への新興住宅地を見学し, 断層の活動期間と人間活動の関係を考えさせる。
	13:00	コンビニ	休憩	休憩	トイレ, 水分補給 分水界なので東京湾・房総半島と相模湾・伊豆半島の両方が見えることを確認させる。
	13:30	神台	神台トレンチ跡見学	トレンチ調査の概要	トレンチ調査の意義と限界について理解させる。
	14:00	南下浦町菊名	初声層露頭見学	課題 露頭スケッチ	南下浦断層の南側の地層である初声層の特徴を理解させる。
	14:20	菊名川谷底	谷の横ずれによる屈曲・地形地質調査(30分)	課題 地形学図作成	谷の屈曲から断層の位置を特定しやすい菊名川の谷底で断層の南北の斜面基部の地質露頭を見学させ, 特徴をまとめさせる。
	15:00	南下浦給食共同調理場裏	断層露頭見学	課題 露頭スケッチ	露頭のスケッチにより断層の概観を理解させる。活断層に触れる。
	15:20	南下浦町金田	断層露頭見学	見学	断層露頭が一般的な景観の中に潜んでいることに気づかせる。
	15:25	南下浦町金田	断層露頭見学	見学	
	15:30	海岸	断層露頭見学	スケッチ	東京湾に伸びる南下浦断層を確認する。
	16:00	三浦海岸駅	解散		
事後学習(2時間)					
スケッチのまとめ, 三浦半島の他の活断層, レポート作成					

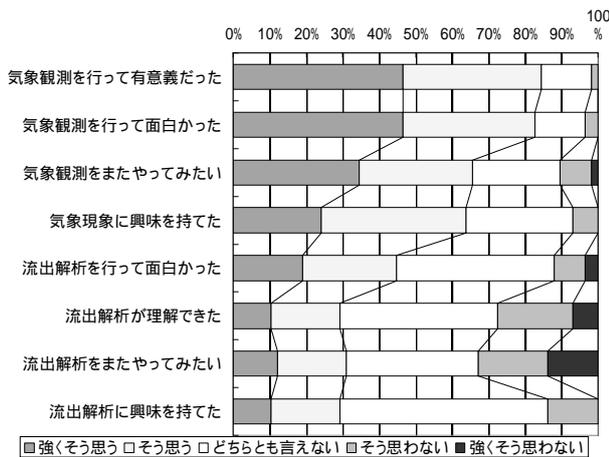


図2 学生アンケート結果 (2004年)

(7) 学生による授業評価と感想

「自然地理」の学生による授業評価(教科担当実施・無記名)の総合的な満足度は過去3年とも4.5(5点満点)であり良好だった。

2004年度の学生アンケート結果(図2)からは山谷風観測が有意義という評価が高いことがわかる。以下は学生の主な感想である。

「自記観測器は便利だけど、実際に人間が現場にいないと捉えられない現象もあるということが実感できた。」「インドア派が多い高専生にとってこのようなアウトドア体験は貴重だと思った。」「このレポートを仕上げることによって山谷風という現象の全体像が見えてきた。見えない風を観測によってとらえ、解析によって現象化する醍醐味がわかった。」「事前授業で作業をしてもぴんとこなかったが、現地で自分で測定して、そのあとデータを見ると、現象がよくわかった。」「観測機器のセンサーにはとらえられないけど、自分の皮膚は感じる風も多く、現場にいることの重要性が良くわかった。」「何度もレポートを直されて面倒くさかったけど、論文の書き方が少しわかったような気がした。受講しなかった人より今後が有利かもしれない。」「今回、山谷風という都会に住む私は普段感じることもなければ考えることもない風を研究したわけだが、実際に観測をして、様々な変化する風を感じ、この風が山の自然環境の循環の一翼を担っていると思うと感慨深かった。その観測によって、膨大なデータがとれ、実際にグラフなどにして風の動きがわかり、様々なことを発見することができた。このように実際に自分たちで観測し、そのデータをグラフなどにまとめレポートを作成するという研究の基本を今回の山谷風研究によって学ぶことができてとてもよい体験になったと思う。」

多摩丘陵の調査では感想の部分の量が非常に多く、開発と環境について多くのことを考えさせることができた。

「地層を見ていて、あんなに標高の高いところに砂浜の砂と同じものがあってびっくりした。自然の力の大きさを学んだ。東京の知らない部分を知ることができてよかった。」「斜面ごとの植生の変化が思っていたよりもくっきりと分かれていて驚いた。こんなことは学ばなければ一生気づかなかっただろう。」「小

山流域で土壌に枝を刺してみたら30cmくらい簡単にめり込んだ。このような豊かな土壌がいつまでもなくならなければいいと思った。」「もし多摩ニュータウン開発がなかったら、小山内裏公園のサンクチュアリー“聖域”は保護されなかったのではないだろうか? 開発により自然が少なくなったときに、やっと保護されることになるという複雑な関係を見出すことができた。開発により川が埋められ、環境が壊され、洪水が増えてきた。しかし、これにより私たちは自然環境破壊に対する責任を自覚できるようになった。これからも開発は続くであろうから、責任を持った自然との共存のあり方を見出すべきである。」「今回の調査で得た知識は、どれも今まで知らなかったばかりではなく、気にもとめなかったことだったので、この調査は非常に有意義なものであったと思う。どのような開発で、どのような影響が起こるのかが、しよりの資料と現地の実態を見ることで見えてきた。これからは開発を単に環境破壊が進むと見るだけではなく、そこへ移り住む人々の安全性を含めて関心を寄せたいと思う。」

活断層の調査では帰りの京急の車内で揺られながら書かれた感想が多いが、以下のようなものがあった。

「今まで気にしたこともなかった断層のずれを生でよく観察することで、これが動いたときの被害を想定することができ、よい経験になった。」「海岸段丘がきれいで感動した。人工でなくても平坦な土地があるとは驚いた。」「今回実際に歩いてみて、あまりに日本人は活断層に無関心なのではないかと感じた。今後は断層を気にしながら生きていこうと思った。」「この授業がなかったら道端に断層があることなど知らないまま過ごしていたと思う。今ある地形が複雑な地殻変動でできていることがわかった。」「きれいな景色ですごくよかったが、その裏に地震による災害が隠れているというギャップに少しおどろいた。」「非常に有意義な見学だった。普通に暮らしていたら触れることのできない断層に、文字通り、“触れてきた”わけだし、谷を動かす巨大な力が地面の中に確実にあるのだと認知することもできた。四六時中今回のことを覚えているわけには行かないだろうが、折に触れて防災を考えるきっかけになったと思う。」

4. おわりに

「自然地理」は高専「改革」により都立高専が廃止されたために2007年度で終結することとなった。都立高専最後の履修学生60名との野外調査も無事終了した。

集中講義形式については校内からの批判も多い。その批判の論拠が筆者には全く理解できないものばかりであり非常に困惑している。大半の教員が長期休業の状況で、数人の教員が暑い中、寒い中、授業を行うのは楽なことではない。大きな教育的効果の手応えがあるから継続しているのである。

今後、高等専門学校低学年にとって、高等学校に比してあまりに過密な時間割の分散は真剣に検討しなければならない問題であり、集中講義形式の積極的な導入は不可欠である。

2007年8月23日に東京都教育庁が公表した「ものづくり教育推進検討委員会報告」では工業高校から高専4学年への編入

拡大が謳われている。74 単位履修の工業高校卒業生(3 年間の授業料約 35 万円)が高専 4 年に大量に編入し本科卒業・就職に至ることができるなら、高専に 1 年から入学して 3 年間で 100 単位を履修するのが無駄(3 年間の授業料約 70 万円)・重荷に思われかねない。工業高校が「本科のバイパス」になってしまっ
ては、本科の倍率低下が懸念される。このような懸念を払拭するためには、とりわけ一般科目の低学年担当教員が、学習指導要領に縛られない創造的な教育環境をフルに活かした「高専ならではの独創的な教育実践」を構築していくことが重要である。その際に集中講義形式は、時間割過密解消と独創的教育実践アピールの「一石二鳥」になることは間違いないと考えている。今後の本校の意欲的試みに期待したい。

謝辞

本研究の野外調査の実施に当たり、三浦市南下浦給食共同調理場、都立小山内裏公園パークセンターからは施設内見学についてご理解・ご許可をいただいた。

開設初年度の 2004 年の山谷風観測実施にあたっては、履修学生が多いことから都立高専一般教養科(当時)歴史学研究室伊藤邦彦教授、教務委員樺山弘盛教授、経済学研究室遠山恭司准教授に現地調査の学生指導にご協力いただいた。

本稿の骨子は 2005 年度日本地理教育学会研究大会(専修大学)で口頭発表した。発表に際して沼津高専佐藤崇徳先生より有益なご助言を賜った。

記して感謝いたします。

参考文献

- [1] 日原高志: 高等専門学校から見た小中高一貫カリキュラムのありかた, 日本地理学会地理教育専門委員会活動報告書『地理教育のグランドビジョンを考える』, pp20-22, 2004
- 日原高志: 高校地理教育カリキュラムの課題と改善 教育課程の弾力化と科目設定, 山口幸男ほか編『地理教育カリキュラムの創造』古今書院, 2007
- [2] 日原高志: 地理教育における学術研究モデルを用いたシミュレーション教材の開発. 新地理, 44(3), pp14 - 23, 1996
- 日原高志: 学術研究モデルのシミュレーション教材への転用に関する実践的研究. 都立高専研究報告, 34, pp139-150, 1998
- [3] 鈴木啓助・青山高義・岡秀一・日原高志・田中良雄: 夜間の谷における気温の周期的変動について 東北地理 37(4), pp293-298, 1985
- [4] 狩野真規・三上岳彦: 谷口に位置する青梅市周辺におけるヒートアイランド現象と山風の吹走との関係. 天気 50-2, pp3-11, 2003
- [5] 日原高志: 野外調査を重視した「身近な地域」の学習. 二谷貞夫・和井田清司編『中等社会科の理論と実践』(学文社). pp73-80, 2007
- [6] 安藤喜美子: 三浦半島・伊豆半島および兵庫県山崎付近における断層の横ずれによる谷の変位量について 地理評 45, pp716-725. 1972
- 太田陽子: 三浦半島の活断層 - 完新世における活動史と問題点. 活断層研究, 38, pp479-488, 1999
- 神奈川県: 三浦半島活断層群に関する調査成果報告書. 2001
- [7] 日原高志: 多摩丘陵小山流域の流域特性. 都立工業高等専門学校研究報告, 37. pp137-142, 2001
- [8] 日原高志: 森林小流域における質量保存則を用いた洪水流の成分分離に関する一考察. 都立工業高等専門学校研究報告, 35, pp131-136, 1999
- 日原高志: 丘陵地源流域における降雨流出に伴う物質移動短期流出. 都立工業高等専門学校研究報告, 36, pp105-110, 2000
- 日原高志: 多摩丘陵小山流域の流出特性. 雨期の進行による部分性的変化. 都立工業高等専門学校研究報告, 38, pp153-158, 2002
- 日原高志: 丘陵地源流域における流出発生の部分性. 電導度・水温の変動からみた流出発生の部分性. 都立工業高等専門学校研究報告, 39, pp147-152. 2003
- 日原高志: 丘陵地源流域における流出発生の部分性. 都立工業高等専門学校研究報告, 40. 2005
- 日原高志・鈴木啓助(1988): 丘陵地減流域における降雨による流量のふたつのピークについて 地理学評論 61(11), pp.804-813.
- [9] 日原高志: 丘陵地減流域における variable source area overland flow concept を考慮した日単位降雨流出モデル. 都立高専研究報告, 31, pp139-146, 1996
- [10] 鈴木啓助: 降雨に対する応答の遅い河川水中の溶存物質濃度変化について. 東北地理, 43, pp111-121. 1991
- 鈴木啓助: 多摩丘陵の水環境. 『東京都立大学公開講座 1992 シンポジウム 多摩丘陵の自然と開発』(都立大学事務局総務課), pp11-46, 1993
- 鈴木啓助・日原高志・野尻昌利: 多摩川流域における水循環に伴う土壌侵食の研究. とくきゅう環境浄化財団研究助成 No. 124 報告書, 67p. 1989
- [11] 安藤義久: 丘陵地の水循環機構と都市化によるその変化に関する研究. 東京大学学位論文, 253p. 1981
- 安藤義久: 丘陵地の水循環機構と都市化によるその変化に関する研究. 水利科学, 26-1, 43-75. 1982
- [12] 建設省土木研究所編: 『多摩ニュータウン試験地水文観測資料その 1 ~ 3』, 土木研究所資料, 2225, 1802 p, 1985
- 都市水文学研究会: 多摩ニュータウンにおける流出変化に関する研究報告. 土木学会論文集, 375- -6, pp29-41, 1986
- [13] 日原高志: タンク・モデルの適合度変化を用いた開発インパクト評価の試み(1). 都立高専研究報告, 32, pp109-114, 1997
- [14] 吉野正敏: 『新版 小気候』(地人書館) 298p. 1986.
- [15] 田村俊和: 谷頭部の微地形構成. 東北地理, 26, pp189-199, 1974
- 田村俊和・武内和彦: 多摩丘陵の宅地造成に伴う環境変化. 門村浩編『大規模土地改変に伴う環境変化の比較研究(昭和 54・55 年度文部省科学研究費総合研究(A) 研究成果報告書)』所収, 104-112. 1981
- 松井 健・田村俊和・武内和彦編: 『丘陵地の自然環境』(古今書院) 1991
- Tamura, T. and Takeuchi, K.: Land characteristics of the hills and their modification by man. Geogr. Rept. of Tokyo Metropol. Univ, 14-15, pp49-93. 1980