

科学的な体験，自然体験の充実を図る

—長期的な定点観測を充実させるための大学との連携について—

愛知県立海翔高等学校 鶴見 泰文

1 はじめに

近年、生徒たちの自然体験の状況は過去に比べて乏しくなっている。そのため、観察、実験や科学的な体験、自然体験をさせることが以前より重要視されているが、学校外での自然体験においては、継続性のない単発的な体験が多く、受動的な学びのみで終わっていることがほとんどであるように思う。

そこで、本校から徒歩で約10分の距離にある弥富市の三ツ又池を利用して、単発的な自然体験ではなく、季節を変えての定点観測を試みた。また、昨年、本校環境コースの三年生に対して、長期的な定点観測を実施させ、生徒アンケートを行ったところ、「大学の先生や外部の人に疑問に思うことについて教えてほしいか」との質問に対しては、82%の生徒が「すごく思う」または「やや思う」と答えていた。そこで、今回の取組が単なる同じことの繰り返しとならないよう探究活動としても充実させることを目指して、大学と積極的に連携を図った。

2 研究の目的

生徒の科学的な体験、自然体験が不足している。その状況の改善に向けて体験の充実を図る。そして、それらの体験を通して、自然に親しみながら、目的意識をもった観察・実験を重ねることにより、科学的に調べる能力や態度を育てる。また、大学と積極的に連携、協力し、探究活動をより一層充実させ、科学的な見方や考え方を育成する。

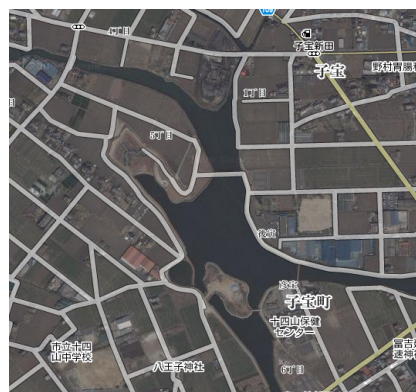


写真1 三ツ又池（弥富市）
出典 Google マップ

3 研究の方法

(1) 長期的な定点観測

三ツ又池（写真1）にて、分析機器やパックテストを用いて水質調査を行なった。調査項目は、現地にて気温、水温、pH、EC、DOを、実験室にてCOD、硝酸態窒素、リン酸態リン、亜硝酸態窒素、アンモニアについての測定を行った。調査場所および調査地点を図1（59ページ）に示す。

(2) 大学との連携

長期的な定点観測を行う際には、水質調査の意義や目的、そして正しい調査方法を学ぶこと、さらに調査結果をどのように活用することができるのかを念頭におく必要がある。そこで、四日市大学と連携し、水質調査の意義や調査方法を大学の教授や大学生からしっかりと学び、長期的な定点観測を実施することとした。その連携プランを表1に示す。対象は本校環境コース2年生15名である。

時 期	内 容
3月	事前打ち合わせ 器材のチェック、調査地の視察、分析方法の確認
4月	水質調査の意義や調査方法について学ぶ 講義（1時間程度）＋現地調査（半日）
6月	現地調査（半日）
7月	データのまとめ方（1時間程度）
8月	四日市大学サマースクール（希望者のみ）
9月～12月	調査の継続
2月	調査結果報告会
3月	水質調査の活用事例や応用に関する講演会 及び施設見学（四日市大学）

表1 大学との連携プラン

4 研究結果

(1) 長期的な定点観測

ア ミツ又池 (St3 ポイント付近) における水質調査の結果

	測定項目	2009. 4. 28	2009. 9. 15	2009. 11. 10	2010. 1. 19
	天気	晴	雨	曇	晴
1	気温 (°C)	19.7	19.9	24.3	14.0
2	水温 (°C)	21.3	22.6	11.0	8.3
3	水の透明度 (cm)	20	15	22	29
4	COD (mg/L)	6	8	8	8
5	電気伝導度 (μ S/cm)	240	260	450	520
6	アンモニア (mg/L)	0.2	0.2	0.2	0.5
7	亜硝酸態窒素 (mg/L)	0.005	0.01	0.02	0.02
8	硝酸態窒素 (mg/L)	0.2	0.5	0.5	0.5
9	リン酸態リン (mg/L)	0.1	0.05	0.05	0.02
10	pH	8.2		9.6	9.3

表2 継続的な定点観測の結果

気温、水温は変化が大きく、季節の変化が見られた。水の透明度やパックテスト (COD, アンモニウム態窒素、硝酸態窒素及びリン酸態リン) の値については、大きな変化はなかったように見えるが、電気伝導度やpHの値が大きく変化した。11月頃に、大きな水質の変化があったと思われる。

イ 生徒アンケートの結果

本校環境コースの3年生は「課題研究」(4単位)という授業で、多くの生徒が長期的な定点観測を行っている。そこで、ミツ又池の調査を行った生徒以外の3年生に対しても、生徒アンケートを行った(全17名)。「長期的な定点観測は楽しかったですか」との質問に対して、88%の生徒が「とても楽しかった」または「やや楽しかった」と答えている。その理由としては、「四季の違いを見ることができた」「天気によっても、季節によっても違うデータが出て面白い」あるいは「自分の興味をもった場所で、自由に何度も調査して自分なりに考察するのは楽しい」であった。「長期的な定点観測をしてみて、環境に対して興味・関心をもちましたか」との質問に対しても、82%の生徒が「すごくもった」または「少しもった」と答えている。このことから、一年を通しての定点観測は、自然体験の充実を図るだけでなく、生徒の環境に対する興味・関心を高めることが分かった。

また、「大学の先生や外部の人に疑問に思うことについて教えてほしいか」との質問に対しては、82%の生徒が「すごく思う」または「やや思う」と答え、「卒業後も調査を続けたいか」との質問にも、同程度の生徒が「すごく続けたい」または「やや続けたい」と答えた。ただ単に、長期的な定点観測を行うだけでなく、効果的に専門家の助言を受けながら調査を継続していくことで、環境について学び続ける態度も育てることができるのではないかと考えている。

ウ 長期的な定点観測を実施してみて感じたこと

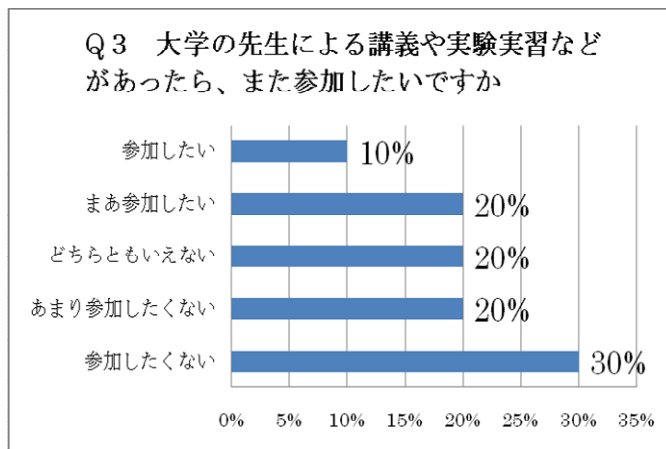
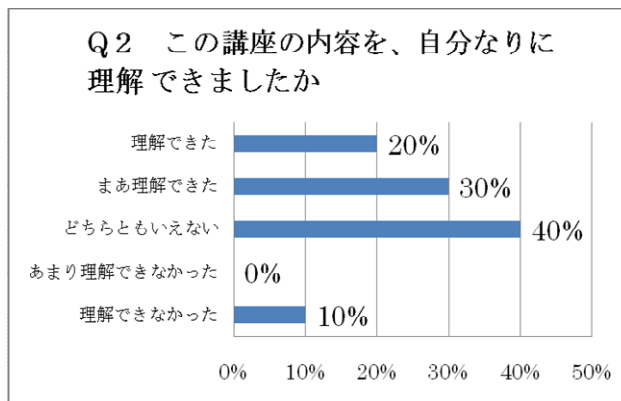
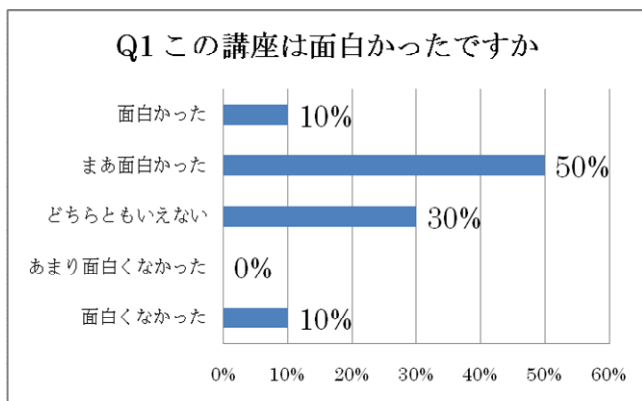
実際に一年間調査を実施してみると、生徒の満足度は高く、環境に対する興味・関心が高まっていくことを感じることができた。しかし、調査すること自体が目的となってしまうがらで、何のために調査をしているのか(水

質調査の意義) , その調査結果を今後どうにかしていくのか (調査結果の活用) については, さらに検討が必要であると感じた。また, 継続して調査を行っていくため, 正しい調査方法をしっかり学ぶことも必要であろう。

(2) 大学との連携

ア 高大連携講座直後の生徒アンケート結果

大学教授1名および大学生3名が, 2回にわたり本校の生徒に調査の意義や調査方法について教えるために来校していただいた。その2回の連携を含めた授業全般について, 本校環境コース2年生(10名)について, アンケートを行った結果を以下に示す。



「この講座は面白かったか」という質問に対して, 「面白かった」または「どちらかといえば面白かった」と答えた生徒が60%であった。このことから, この講座に対して生徒の興味・関心は高かった。しかし, 「この講座の内容を自分なりに理解できたか」という質問には, 「理解できた」または「どちらかといえば理解できた」と答えた生徒が50%と半数であり, 40%の生徒が「どちらともいえない」と答えていた。さらに, 「大学の先生による講義や実験実習などがあつたら, また参加したいですか」との質問に対しては, 「参加したい」または「まあ参加したい」と答えた生徒が20%と少数であった。これは, 水質調査の役割や調査方法の説明を大学の先生や大学生が行ったため, 高校の範囲を超えた専門的な学習活動が, 本校の生徒にとって従来の授業よりも難しく感じられたためではないかと考えている。

その他, 生徒の感想については, 以下に示す。

- ・水質調査の方法がよく分かった。たくさんの場所を一気に調べることで同じ池なのに結果の差がすごく大きいんだなと思った。
- ・大学生に教えてもらうことで、水の取り方など調査方法がちゃんと理解できた。水の流れを計る分析機器があることも分かった。思ったよりも池の水は汚くないことが分かった。
- ・最初は乗り気じゃなかったけど、現地に行って水を汲んだり、調査をしたりしているうちに意外と楽しかった。教室に帰ってからも、水を分析したりして、他の授業ではやらないことがやれて楽しい。

これらの感想から、目的意識をもった観察・実験を重ねることにより、科学的に調べる能力を育てることができたのではないかと考えている。

イ 大学との共同調査結果

2010年6月8日に三つ又池にて、大学と共同で水質調査を行った。測定地点を図1に示す。流出入5地点(図中黒丸)、池内9地点(図中白丸)を4グループ(G1~G3, 船)に分けて地点を分担した。測定結果の目安を表3に、そして測定結果を表4から7に示す。池に流入している地点(1, 4, 6, 7), 流れの少ない,



よどんでいる地点(2, 3, 14), 流出している地点(8), どの地点においても窒素, リンなどの値が高く, 富栄養化が起こっている可能性がある。周辺地域環境から, 生活排水や工場排水, 農薬肥料が流れ込んでいることが予想される。

池の中央部の調査には, 手こぎ舟を利用した。船から, 調査器具を落とし込み, 深さ方向の調査も行った(表7)。水底は, ヘドロだらけであったため, 測定した水深は, 水表面からヘドロまでの距離を表している。表面から, 水底に近づいていくにつれて, 溶存酸素量が少なくなっている。水底付近の水の循環が悪く, 悪臭の原因となったり, 水生生物が住みにくい環境になったりしていることが予想される。

St10は欠番

図1 三つ又池の調査ポイント 地図出典: マピオン

COD

1mg/L以下	きれいな溪流
2~10mg/L以下	河川の中下流の水
3mg/L以下	サケ・アユがすむ
5mg/L以下	フナ等汚染に強い魚がすむ
10mg/L以下	下水・汚水

アンモニア

0.05mg/L以下	河川の上流の水, 湧水
0.1~0.4mg/L	雨水
0.4~5mg/L	河川の下流の水
5mg/L以上	下水・汚水

リン酸態リン

0.05mg/L以下	河川の上流の水, 雨水
0.1~1mg/L	河川の下流の水

亜硝酸態窒素

0~0.03mg/L	河川の上流の水
0.09mg/L以上	河川の下流の水

硝酸態窒素

0.2~0.4mg/L	雨水
0.2~1.0mg/L	河川の上流の水
2~6mg/L	河川の下流の水, 湧水

表3. 水質調査結果の指標

地点名	地点 1	地点 2	地点 3	地点 4	地点 5
時刻	10:15	10:20	10:25	10:14	10:24
気温 (°C)	21	21	21	20	16
水温 (°C)	19	21	21	21	21
pH	7.5	7.4	7.2	7.2	6.8
EC(mS/cm)	0.60	0.44	0.35	0.24	0.25
溶存酸素量 (mg/L)	3.9	7.4	6.3	5.6	4.9
COD (mg/L)	6.3	12	9.0	7.4	7.9
亜硝酸態窒素 (mg/L)	0.02	0.15	0.15	0.08	0.07
アンモニア (mg/L)	2	2	1.5	2	2
フッ素 (mg/L)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
全窒素 (mg/L)	1.8	2.9	2.8	2.3	2.4
硝酸態窒素 (mg/L)	1.2	1.8	1.6	1.5	1.4
全リン (mg/L)	0.48	0.36	0.42	0.41	0.37
リン酸態リン (mg/L)	0.39	0.14	0.26	欠測	0.26

表 4 地点 1～5の水質調査結果

地点名	地点 6	地点 7	地点 8	地点 9
時刻	10:30	10:06	10:18	10:26
気温 (°C)	19	21	21	21
水温 (°C)	20	19	21	22
pH	6.8	7.0	7.2	7.2
EC(mS/cm)	0.26	0.42	0.35	0.41
溶存酸素量 (mg/L)	4.2	4.6	6.4	6.4
COD (mg/L)	8.9	8.1	10	8.9
亜硝酸態窒素 (mg/L)	0.07	0.03	0.15	0.10
アンモニア (mg/L)	2	1.5	2	1.5
フッ素 (mg/L)	0.4	0.6	0.6	0.6
全窒素 (mg/L)	2.5	2.1	3.1	2.5
硝酸態窒素 (mg/L)	1.4	1.2	1.6	1.4
全リン (mg/L)	0.29	0.52	0.28	0.21
リン酸態リン (mg/L)	0.14	0.32	0.13	0.15

表 5 地点 6～9の水質調査結果

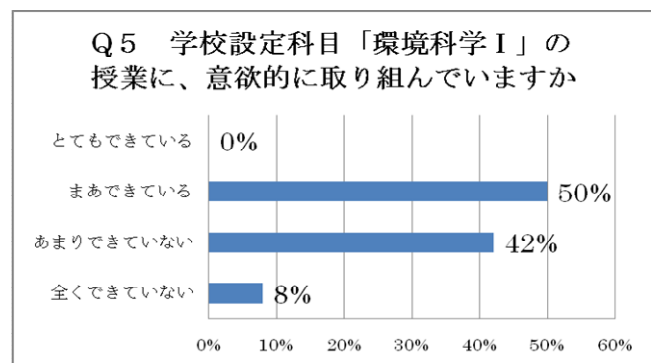
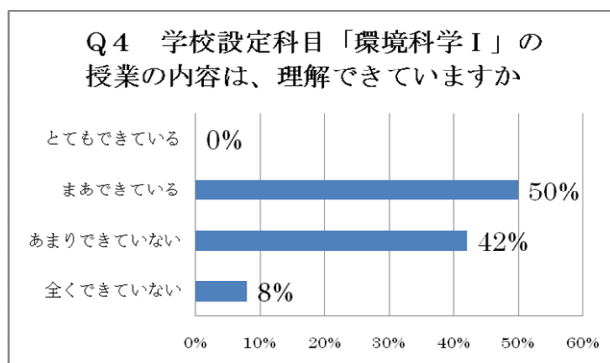
地点名	地点 11	地点 12	地点 13	地点 14	地点 15
時刻	10:20	10:25	10:30	10:35	10:40
気温 (°C)	21	21	21	21	21
水温 (°C)	23.3	22.7	22.9	22.5	22.6
水深 (m)	1.65	1.65	1.6	1.45	1.4
pH	7.1	6.9	7.0	6.5	7.0
EC(mS/cm)	0.42	0.24	0.30	0.26	0.25
溶存酸素量 (mg/L)	6.3	5.0	6.0	4.7	5.2
COD (mg/L)	9.9	7.4	8.0	7.8	7.4
亜硝酸態窒素 (mg/L)	0.1	0.1	0.1	0.08	0.07
アンモニア (mg/L)	1	1.5	1.5	1.5	1.5
フッ素 (mg/L)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
全窒素 (mg/L)	2.3	2.3	2.5	2.3	2.0
硝酸態窒素 (mg/L)	1.5	1.4	1.3	1.4	1.4
全リン (mg/L)	0.25	0.29	0.92	0.27	0.26
リン酸態リン (mg/L)	0.17	0.25	0.14	0.29	欠測

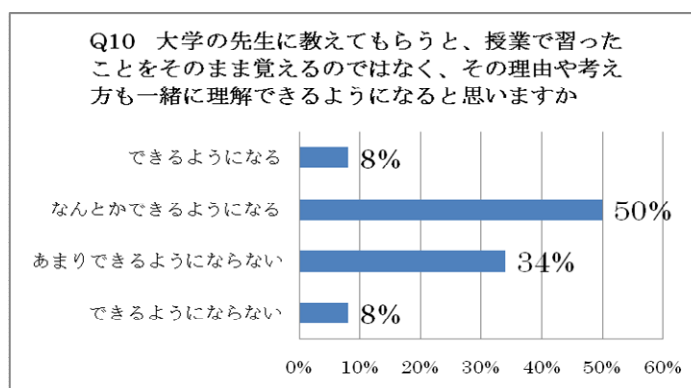
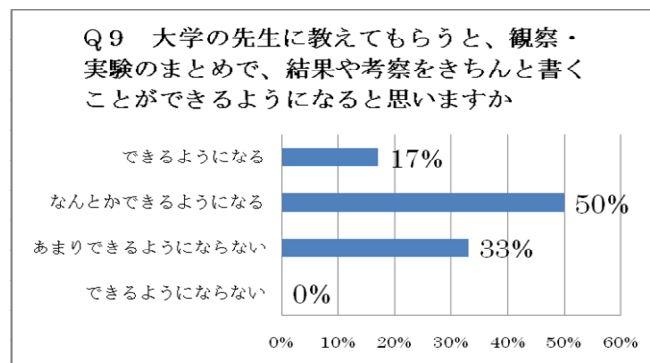
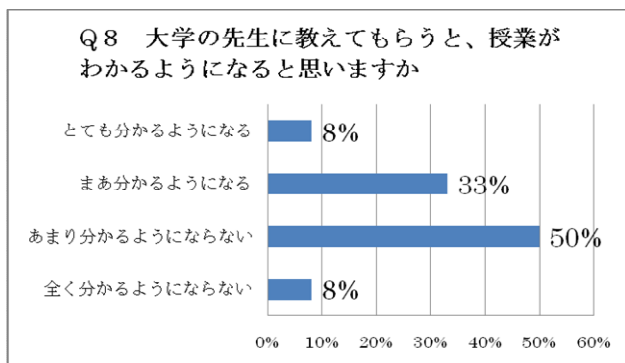
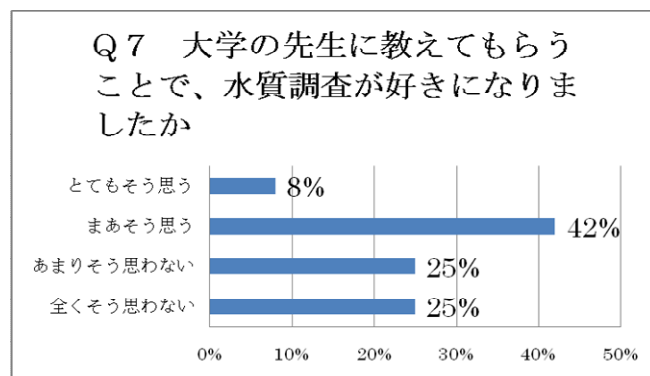
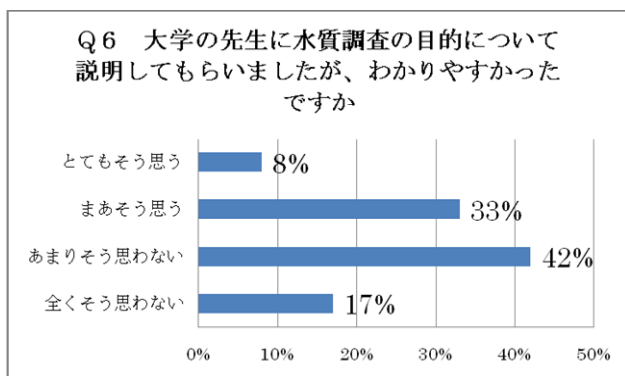
表6 地点11～15の水質調査結果

地点名	地点 11	地点 12	地点 13	地点 14	地点 15
表面の温度 (°C)	23.3	22.7	22.9	22.5	22.6
水中の温度 (°C)	23.3	22.7	23	22.6	22.6
水底の温度 (°C)	23.0	22.7	23	22.6	22.6
表面のDO (mg/L)	6.3	5.0	6.0	4.7	5.2
水中のDO (mg/L)	6.3	4.6	5.7	4.4	5.0
水底のDO (mg/L)	5.0	4.2	5.2	3.4	4.1

表7 地点11～15における深さ方向の調査結果

ウ 高校生のみで水質調査をした後の生徒アンケート結果 (本校環境コース2年生12名)





今回のアンケートでは、各質問に対して、肯定的な回答と否定的な回答が半々ぐらいであった。学校設定科目「環境科学 I」に積極的に参加している生徒とそうでない生徒で意見が分かれたようである。授業の内容を理解している生徒の多くは、大学の先生に教えていただくことを好意的に考えており、授業がよく分かるようになったと答えている。一方、授業に積極的に参加していない生徒は、大学の先生に教えていただくことに否定的であった。これは、普段の授業も理解が難しい生徒に対して、専門的な技術や知識を使った授業は苦痛になるからであろう。しかし、質問9「大学の先生に教えてもらうと、観察・実験のまとめで、結果や考察をきちんと書くことができるようになりますか」、質問10「大学の先生に教えてもらうと、授業で習ったことをそのまま覚えるのではなく、その理由や考え方も一緒に理解できるようになりますか」に対しては、肯定的な回答が半数を超えた。これは、大学の先生が水質調査の意義や目的をしっかりと説明してくださったこと、さらに、現地で得られた調査結果について、丁寧に解説をしてくださったことが影響していると思われる。生徒たちは実験や観察結果の解釈について、あるいはその結果の活用については大学の先生に教えてもらいたいと感じている。以上から、大学と連携することにより、科学的な見方や考え方を育成することも可能であると考えられる。

5 研究のまとめと今後の課題

季節を変えての定点観測は、繰り返し調査を行うため、生徒たちの科学的な体験、自然体験の不足を補うことができ、さらに科学的に調べる能力を育てることができたと考えている。そして、それらの体験を通して、自然に親しむことも可能となった。また、大学と連携することにより、調査の意義や目的をしっかりと学ぶことができ、目的意識をもった観察・実験を重ねることができ、さらに、得られた調査結果を見て、生徒の疑問にすぐに答えてくださる専門家の存在は、科学的な見方や考え方を育成することも可能にすると思われる。

課題としては、大学の先生には、大学の授業を高校生に提供するのではなく、高校の授業を充実させるために協力していただきたいということを事前に伝えてあったが、本校の生徒にとっては水質調査の意義や目的に関する講義や調査方法の説明などが難しかったようである。生徒の実態に合わせて行っていただくことは難しいこともあるため、生徒が理解できていない部分は、高校の授業で補っていかねなければならないことを痛感した。大学との連携についての利点・課題について、表8に示す。

利点	課題
調査の意義や目的をしっかりと学ぶことができる (目的意識をもった観察・実験を重ねることができる)	高校生には理解や説明が難しいことがある
得られた調査結果を科学的に分析することができる (科学的な見方や考え方を育成することができる)	興味・関心のない生徒にとっては、内容がさらに難しくなるため苦痛となる場合がある
正しい調査方法を学ぶことができる (科学的に調べる能力を育てることができる)	調査は半日や一日が多いため、集中力が持続しない場合がある
高校では手に入らない器材を使うことができる (科学に対する興味・関心を高めることができる)	大学の資料を、高校生にとって分かりやすく作り直す必要がある

表8 大学との連携の利点・課題

今後の課題としては、大学の先生の説明や資料は高校生にとって難しく、また、見た目にも面白くないものが多いため、写真や図を取り入れた高校生でも分かるようなテキストを作成する必要があると考える。

6 おわりに

今回の取組において、生徒は自然体験が好きなことに改めて気付かされた。何も言われなくても、調査をした日の帰りや時間的な余裕があるときに調査場所について、調査場所の様子を報告してくれる生徒もいたほどである。季節を変えての定点観測は、理科教育に取り入れたい学習活動の一つである。生徒たちにとっては、同じ場所に同じことをしに行くだけであったり、単なる自然体験の繰り返しであったりすることではないことは明らかであった。しかし、その調査の意義や正しい調査方法を知らないで単なる繰り返しの活動で終わってしまいがちである。そこで、外部機関と連携し、自然体験の充実だけでなく探究的な学習活動としても発展させることができれば、総合的な学習の時間や理科課題研究という授業の枠組みの中でも行っていくことは十分に可能であろう。