

資料を活用した環境科学教育

飯盛和代

(くらし環境学科)

(平成22年2月9日受理)

Environmental Science Studies by Employing Data

Kazuyo ISAGAI

(*Department of Living Environment, Nishikyushu University Junior College*)

(Accepted February 9, 2010)

Abstract

A good knowledge of the environment in the surrounding areas (river water, ground water, etc.) is important for undertaking environmental science studies. The chemical components of water in the environment comprise an important indicator from which to approach the environment. Thus, knowledge of chemistry is required for studying the environment. However, some students have a weak understanding of chemistry. This paper describes how the analyzed data sourced from the Annual Report of Water Quality by Saga City was presented to these students, and a chemical description of the components of water was presented to enable them to understand the quality of water in the environment. This approach helped the students understand the environment in the surrounding areas and resolved their weak understanding of chemistry.

Key words : Environmental science 環境科学
River water 河川水
Studies 学校教育
Chemistry 化学
Employing Data 資料

1. 結 言

地域の環境を知することは環境科学教育にとって大切なことである。そして環境科学教育には「化学」の知識をかなり必要とする。「化学」に対して苦手意識を持ちながらも「環境科学」について学ぶ意欲を示す学生が居る。今回はこのような学生が化学の基礎を学びながら、佐賀市を流れる河川の水質を知る取り組みを実施した。学生が苦手とする実験はほとんど行わず佐賀市が発行する報告書を活用した。それを上手く活用することにより十分に地域の環境について理解させることができると考えた。また必要に応じて化学の基礎的学習をとり入れながら実施することにより、化学に対する苦手意識を少なくすることが出来ると考えた。

佐賀市においては、昭和46年度よりほぼ同地点の29地点において、採水を行い、その水質状況が報告されている¹⁾。それぞれの年度ごとにまとめられた報告書と、さらに10年間をまとめた報告書が公表されている²⁾。佐賀市内には網目状に流れる河川があること、そしてその水質を知ること、さらに地域の河川の水質を良好に保つための生活を考える機会になることを期待した。また僅かでも化学に興味を持つようになることも期待した。

本稿は佐賀短期大学くらし環境学科「総合演習」の時間に実施した事例を振り返りながら考察した。(くらし環境学科は平成21年度から募集停止の学科である。)

「総合演習」は週6時間4単位が義務付けら、学生個人が指導教員のもとで課題について1年間をかけて学習し、その成果はポスターによる中間発表と口頭による発表が義務付けられている。この内容は今後の環境科学教育の参考にしたいと考えている。

2. 学習内容

主な学習内容について下記に記述した。

2.1 佐賀市の河川概要の把握

佐賀市内を流れる河川は佐賀平野に位置するため、高低の差がほとんどなく流速が小さい。それらの河川は網目状に連なる。佐賀市上水道の取水源である多布施川は、嘉瀬川の支流で人工的に造られた河川である。この河川は市内の北部を流入点とし、市内に入ると数十本の水路に分岐し、流出点は市内の東南部に位置する。一部は今宿川を蛇行しながら東に流れて筑後川に合流するが、一部は市南部の本庄町から佐賀平野を通り、有明海に流れる。

一般に排水や灌漑用の水路として掘られた小運河はクリークとよばれるので佐賀市を網の目状に流れる河川も

クリークとよぶ方が妥当ではないかと考える。

2.2 解析項目の予習

水質を知るための資料は「佐賀市内河川の水質調査報告書」の平成6年～平成15年の10年間分を用いた^{1)~11)}。本資料中に公表された調査項目はpH、溶存酸素(DO)、生物化学的酸素要求量(BOD)、化学的酸素要求量(COD)、総窒素(T-N)、総リン(T-P)、懸濁物質、Methyren Blue Active Substances (MBAS)であり(これ以降の化学成分の記述は()内に示したように略記する)、春、夏、秋、冬の季節ごとに水質の分析結果が記載されている。

学生は「化学」についての知識に乏しく、上記の測定項目についてほとんど理解していない。そのため、これらの成分を理解するために資料の解析に入る前に、かなりの時間を予習の時間とした。併せて、これらの化学成分を測定する意義についての学習も実施した。しかし、この基礎教育は学生自らが学ぶ意欲を示すタイミングを利用して実施し、一方的に押し付けることは行っていない。学生は図書やインターネットにより予習した。その後、学生と問答形式での学習をすすめ、さらに色々な説明を加えた。その主な内容と学生の反応について記述した。これら一連の学習には「身近な環境科学¹²⁾」を主な参考書として用いた。

2.2.1 DO；水の中に溶けている酸素のことである。魚や植物の呼吸に使用され、微生物が汚染物質を分解するときに使われる。この酸素は水面と接している空気中から溶け込む。気温が低く、気圧が高いときは多く、気温が高く、気圧が低いときは少なく溶ける。昼間のDOは高く夜間は低くなる。DOの値は水の浄化作用の能力を示し、ゼロ近くなると魚はすめない。

2.2.2 BOD；BODは好気的微生物の働きを利用したもので、河川の自浄作用を知ることができる。日中は夜間に比べ好气的分解が盛んでありBODは減少する。水の中に窒素、リンが増えると、富栄養化現象が生じ水質は悪化し、水の流れが悪くなり、DOが減少しBODの値も高くなる。

2.2.3 COD；CODは水質の汚染の状況を知ることが出来る化学成分である。CODに関しては酸化と還元を十分に理解した上での測定でなければ測定結果の解析が無意味となる。CODは一定の試料水に酸性下で酸化剤を反応させ、この酸化剤の消費量によって河川水の水質を判定する。酸と塩基、中和、酸化と還元についての化学

の基礎教育を実施した。「化学は理解できない」と思い込んでいるようで初めは戸惑うが生活の中から酸化と還元例を引き、少しずつ説明することにより学生自身の学習への取り組みに変化を生じ、理解しようという態度に変わった。指導者は学生の興味を引き出し、理解させるための教育技術を身につけることが大切であると実感した。この項目については2時間の講義を実施した。

2.2.4 T-N；水中の窒素は水の酸化・還元状態が変化することにより、その形態を変化させる。酸化された条件の下ではアンモニウムイオンはバクテリアにより、酸化され、亜硝酸イオンを経て硝酸イオンになる。また流れが悪く、DOがほとんど存在しない環境条件の下ではバクテリアの働きによって還元され窒素ガスを生じる¹³⁾。

硝酸イオンは雨などの降水物に多く含まれ雨が降った後に河川中の硝酸イオンが増加することは報告した¹⁴⁾。佐賀市は自家用車が多いため雨の中の硝酸イオンの値は高い¹⁵⁾。水中の硝酸イオンは栄養分として植物に取り込まれ、植物の栄養となり、植物が繁茂し、この繁茂した植物により、河川の流れが悪くなる。また植物は日中に光合成を行うため、日中の河川のDOの値が高くなる。しかし夜間は繁茂した植物の呼吸作用により、DOが不足し、河川は酸欠状態になり、魚などの成育ができない。T-Nの起源は、降水のみでなく、木の葉やその他の生物、生活排水等からも供給され増加する。自然界で起こる窒素の循環について詳しい講義を2時間実施したが学生は難しいと言った。もう少し、時間をとって説明すべきであったと考えている。

2.2.5 T-P；リンは生活環境の保全に関する環境基準の中で湖沼を対象に窒素とともに基準値が決められている¹⁶⁾。窒素のみの存在では富栄養化は進まず、リンの存在は微量であっても富栄養化を促進する。環境基準値においても窒素に比べリンの値は1/20に設定されている¹⁶⁾。

リンは自然界では岩石を源として雨水や流水中に懸濁または溶解して河川中に運ばれる。その大半は沈降し底泥に存在し、水中には僅かに残存する¹⁷⁾。また、肥料、農薬、家庭排水などの人間活動を起源とするものから、河川に供給される。河川中のリンは合成洗剤の開発の歴史にも関係している。昭和30年代には合成洗剤に含まれるリンが問題になった。家庭排水が河川へ多量に流出された時代に、合成洗剤中のリンが富栄養化の原因とされた。そのため、日本の洗剤にはリンの使用は禁止された。学生は日常生活に直結した話題に非常に興味を示した。

2.2.6 MBAS；MBASは海面活性剤、石鹸との相違、洗浄作用のメカニズム、エマルジョン、ミセル、臨界ミセル濃度、合成洗剤の化学構造、化学結合、原子、分子など化学の多くの分野と関係し、日常の生活に関係が深い。そのためこの項目においては化学の基礎をゆっくりと解説した。それにより学生はそれぞれについて興味を示すようになった。これらの説明にはおよそ4時間を必要としたが充分とはいえない。これらの基礎学習は学生にとって環境科学の理解に役立つばかりでなく化学に興味をもつことになった。

2.3 資料のまとめおよび考察

2.3.1 試料採取地点別の経年変化

それぞれの河川について化学成分ごとに平成6年から平成15年までの各地点の測定結果を折れ線グラフにまとめた。本報には、その中から佐賀市の水質を知る代表地点として考えられる枝吉サイフォンと耳取川分岐点の2地点について図1～7図に示した。生活排水の影響を知ることができるBOD、COD、T-N、T-P、MBASについて示した。枝吉サイフォンは佐賀市中心部の生活排水が流れ込んでいる地点であったが、現在は下水道設置により生活排水の流入が減少している地点である。耳取川分岐点は佐賀市の流入河川の最上流に位置し、上流の大和町からの排水の影響を受けている。化学成分ごとに解析した主な内容を下記に記述した。

(1) DOの経年変化 DOは先に報告したように試料採取時の環境の影響が大きい¹⁸⁾。すなわち採取時間、天候、水温の影響を大きく受ける。資料には採水時の環境は記載されていない。多くの地点の採水であり、同一条件での採水は困難であろうと考えられる。しかし、市内29地点のDOの傾向を知るには十分である。平成6年度から15年度の10年間では、どの地点においても大きな変化はあまり見られず、横ばいの状態であった。しかし耳取川分岐点のDOは低く、水が汚れていることを示している。

(2) BODの経年変化 BODの経年変化を図1に示した。それぞれの地点で下水道整備が行われ、利用率も徐々に高くなり、平成15年度における数値は低くなった。しかし、耳取川分岐点のBOD値は枝吉サイフォンに比べ高い。これは、生活排水の流入によるものであり、下水道が整備されていないところや設置されていても下水道に接続していない箇所があるためである。冬の測定値が高くなる傾向にあるが、冬は河川の流量が少ないためである。

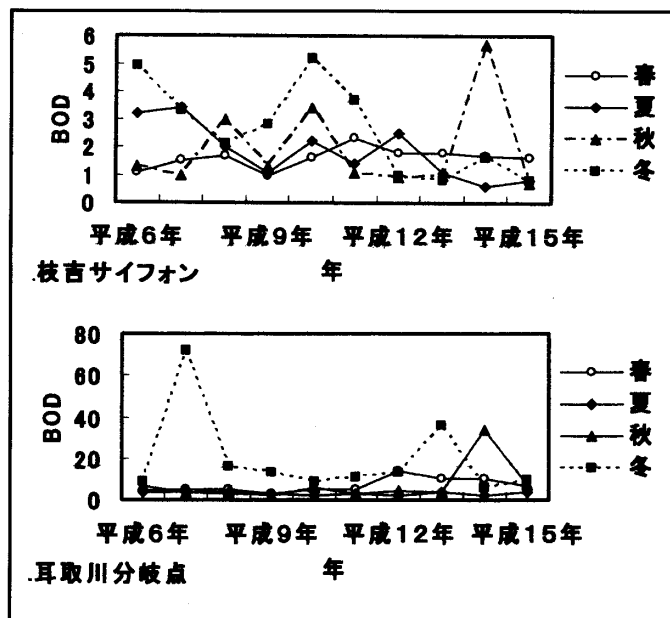


図1 二地点における10年間のBODの変化
(単位 mg/L)

(3) CODの経年変化 CODの経年変化を図2に示した。ほとんどの地点で10年間を通して測定値が低くなっており、下水道整備の効果が見られる。しかし、耳取川分岐点では測定値が高く、下水道の整備が行われていないことがわかる。

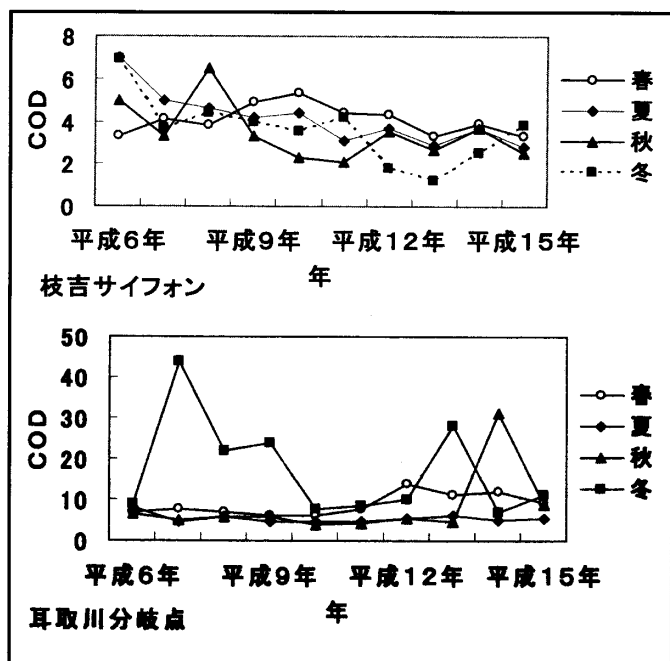


図2 二地点における10年間のCODの変化
(単位 mg/L)

(4) T-Nの経年変化 T-Nの経年変化を図3に示した。枝吉サイフォンは下水道の整備が行われ徐々に値が低くなっている。CODと同様に、ほとんどの地点で10年間を通して値が低くなっており、下水道整備の効果が見られる。しかし、耳取川分岐点では他の地点に比

べて値が高くなっており、生活排水の流入が考えられる。

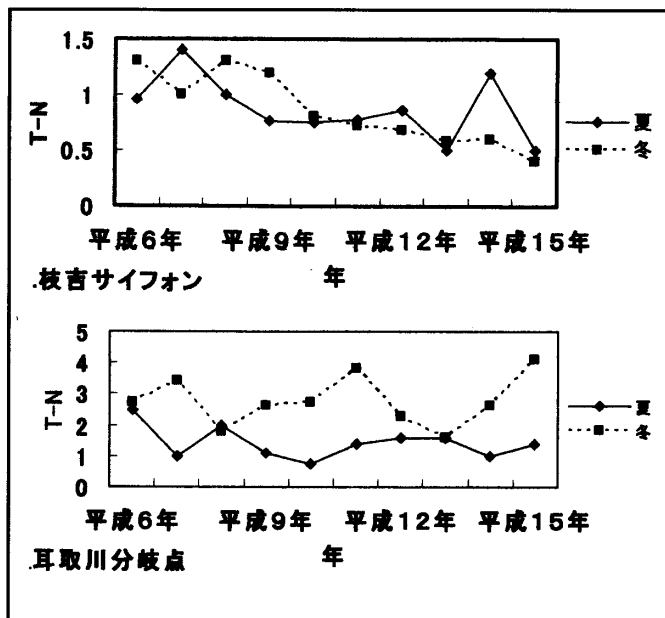


図3 二地点における10年間のT-Nの変化
(単位 mg/L)

(5) T-Pの経年変化 T-Pの経年変化を図4に示した。佐賀市の多くの地点においては下水道整備があり、10年間を通して値は低くなる傾向にある。しかし、耳取川分岐点は下水道が整備されていないため、生活排水の流入があり高い。また、季節においては、夏に比べ流量が少ない冬の数値が高くなる傾向にある。

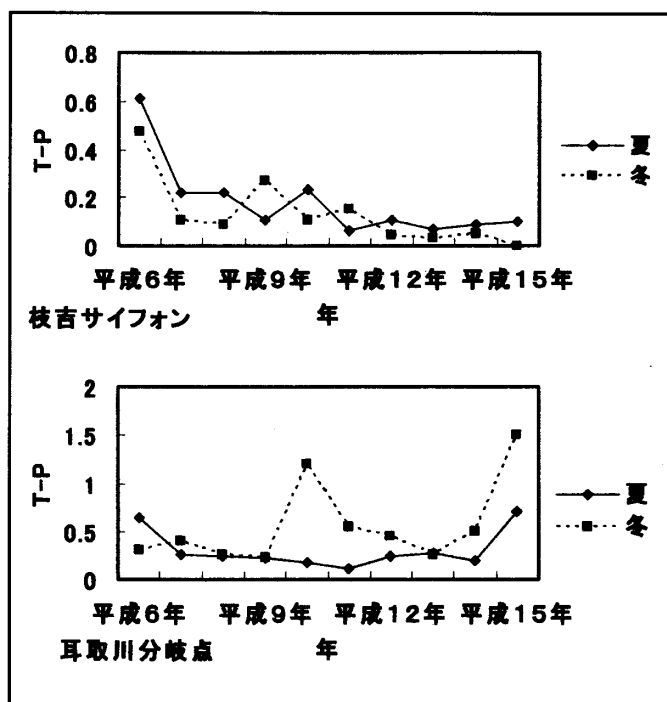


図4 二地点における10年間のT-Pの変化
(単位 mg/L)

(6) MBASの経年変化 MBASの経年変化を図5に示した。MBASは生活排水から流出する合成洗剤の影響が大きい。枝吉サイフォンは下水道が整備されたことにより、平成7年に数値が低くなり、MBASの流入はあまり見られない。しかし、耳取川分岐点の数値は高く、家庭排水からの流入がある。

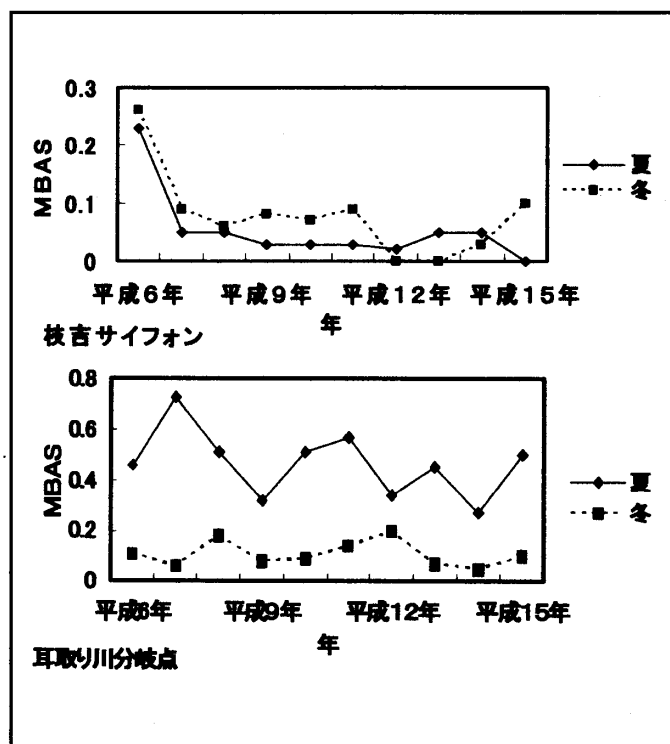


図5 二地点における10年間のMBASの変化
(単位 mg/L)

2.3.2 BODとT-N、T-P、MBASの関係 BODとT-N、T-P、MBASの関係について枝吉サイフォンを図6に耳取川分岐点を図7に示した。BODの値が高くなればT-N、T-P、MBASの値も高くなる傾向にあり、これらの化学成分はいずれも家庭排水に関係していることを示唆している。耳取川分岐点においては相関関係が見られない。この地点は上流の排水、農業排水などの混入があり家庭排水のみではなく、複雑な組成の排水になっていることが原因と考えられる。

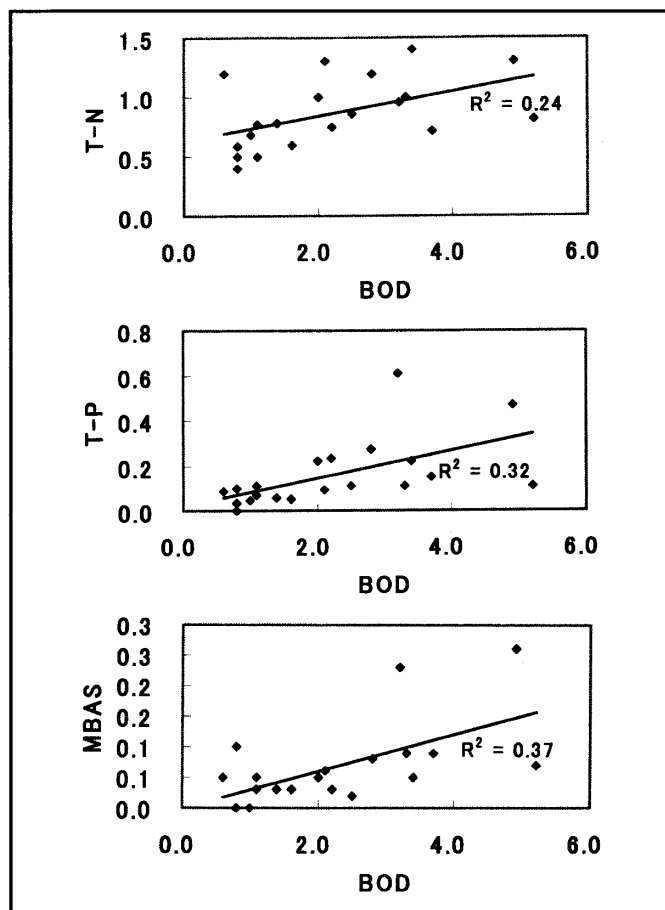


図6 枝吉サイフォンにおけるT-N、T-P、MBASの関係
(単位 mg/L)

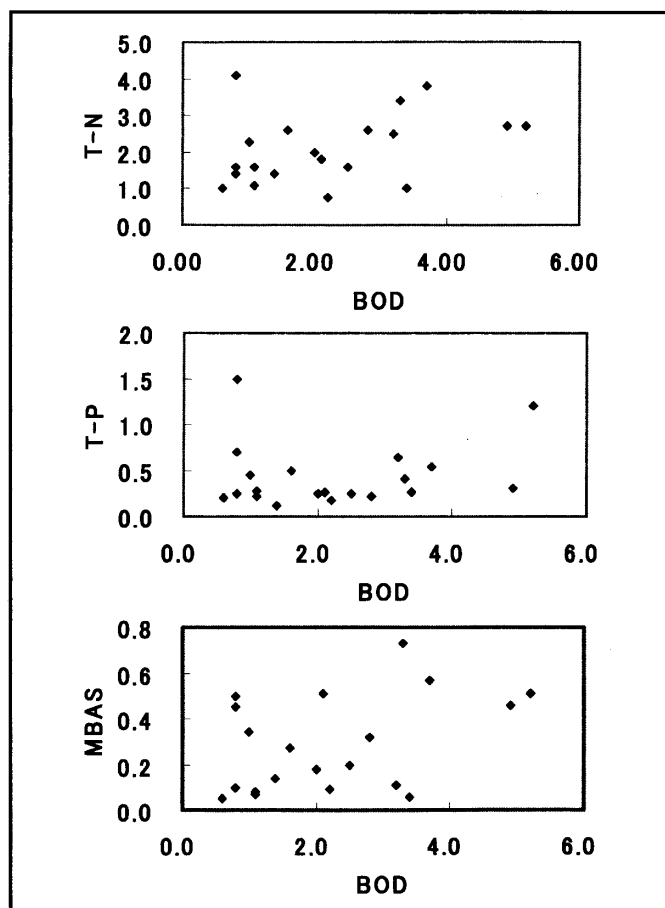


図7 耳取川分岐点におけるT-N、T-P、MBASの関係
(単位 mg/L)

2.4 教育効果

「地域の河川の環境理解」を目的とし資料を活用した教育の効果は十分であったと考える。下記にその主な内容を記述した。

- ① 佐賀市内の河川は下水道設置により水質はよくなり、汚染を示す化学成分の値が10年前より全て低くなった。
- ② 夏に比べ冬の数値が高くなる傾向にあり、河川の水質は流量に大きく影響される。
- ③ 耳取川分岐点では生活排水の流入の影響が見られる。これは下水道が整備されていないため、生活排水の影響を受けている。早い時期に生活排水の流入がない状態にすることである。
- ④ 耳取川分岐点は10年間を通して他の地点より汚染されている。耳取川分岐点では、佐賀市北部の大和町の排水の影響を大きく受けている。下流の水質は上流の水質の影響を大きく受けるため、下水道が設置されない箇所は合併浄化槽などにより処理し、佐賀市の水環境をきれいにしなければならない。
- ⑤ 下水道の設置は河川水をきれいにすることに貢献する。
- ⑥ 枝吉サイフォン地点ではほとんどの地点がBODの数値が高くなると、T-N、T-P、MBASの数値も高くなる傾向にあり、BODと各成分間に相関関係が見られた。耳取川分岐点においてはBODとT-N、T-P、MBASの間には相関関係は見られなかった。耳取川分岐点は家庭排水や農業廃水などが複雑に入り込んでいる。河川の水質は生活排水のみが流入する場合と農業排水などの流入がある場合とでは大きく異なる。
- ⑦ 環境から化学を学ぶことは化学に興味を持つ機会となる。

3. 結 論

環境科学教育には理科系科目の基本が必要である。これらの基礎教育は専門教育と切り離して実施されようとする傾向にある。環境科学においては担当者が必要な基礎教育を実施することが教育効果は大きく、基礎教育を実施しながら専門教育を行うことにより、学生の理解度を高める効果が大いことがわかった。「化学」は苦手という学生であっても、基礎からゆっくり学習することで苦手意識を軽減できることもわかった。

今回は主に佐賀市が発行する報告書の利用のみで、実験や現地見学は行っていない。資料の利用とともに、これらを合わせて実施することができればもっと教育効果をあげることができると考える。

高等学校において履修した理系科目の内容を十分に理解しないまま入学する学生が多いのが、本短期大学のくらし環境学科の現状であった。学生の主体性、自己啓発

力を重視した「総合演習」は、導入、実行、まとめのそれぞれにおいて指導者は十分に学生の能力に配慮して実施した。卒業研究等の学生が行う研究は学生が理解出来る内容でなければならない。研究テーマは指導者が一方的にきめるべきではないと考える。今回実施した「資料」を活用するという新しい試みは従来の「実験」を主にした環境科学の教育と同様に十分に教育効果が得られることがわかった。

参考文献

- 1) 佐賀市環境課, 川の水質調査報告書平成6年4月～平成7年3月, (1995)
- 2) 佐賀市環境課, 佐賀市河川水の浄化と水質の特性－水との共生を求めて－第3回16年間の総合報告書, 昭和60年度～平成6年度
- 3) 佐賀市環境課, 佐賀市内河川の水質調査報告書平成6年4月～平成7年3月, (1996)
- 4) 佐賀市環境課, 佐賀市内河川の水質調査報告書平成7年4月～平成8年3月, (1997)
- 5) 佐賀市環境課, 佐賀市内河川の水質調査報告書平成8年4月～平成9年3月, (1998)
- 6) 佐賀市環境課, 佐賀市内河川の水質調査報告書平成9年4月～平成10年3月, (1999)
- 7) 佐賀市環境課, 佐賀市内河川の水質調査報告書平成10年4月～平成11年3月, (2000)
- 8) 佐賀市環境課, 佐賀市内河川の水質調査報告書平成11年4月～平成12年3月, (2001)
- 9) 佐賀市環境課, 佐賀市内河川の水質調査報告書平成12年4月～平成13年3月, (2002)
- 10) 佐賀市環境課, 佐賀市内河川の水質調査報告書平成13年4月～平成14年3月, (2003)
- 11) 佐賀市環境課, 佐賀市内河川の水質調査報告書平成14年4月～平成15年3月, (2004)
- 12) 飯盛喜代春, 飯盛和代, 身近な環境科学, (2003) 開成出版
- 13) 半谷高久, 小倉紀雄, 水質調査法, p261 (1985) 丸善株式会社
- 14) 飯盛和代, 飯盛喜代春, 渇水期における多布施川河川水の水質, 佐賀短期大学・西九州大学紀要 26号, 155-158 (1996)
- 15) 飯盛和代, 中添勝代, 秀そのみ, 飯盛喜代春, 佐賀市における降雨の化学組成, 日本化学会誌, 944-950 (1991)
- 16) 飯盛喜代春, 飯盛和代, 身近な環境科学, p 49, (2003) 開成出版
- 17) 駒村正治, 中村好男, 榊田信彌, 土と水と植物の環境, p80, (2000) 理工図書

- 18) 飯盛和代,飯盛喜代春,佐賀市内河川および水路の溶
存酸素と p H,工業用水,第554号,2-6 (2005)