陸の水（*Limnology in Tokai Region of Japan*）54 : 11 - 18（2012）

論　文

人文社会学系の大学生を対象とした陸水環境教育の実践

ー講義科目への利き水，水質分析および BOD 試験の導入とその評価ー

野崎健太郎 [1), 2)]

A practical report of the freshwater environmental education on university students belonging to human cultural and social sciences courses: Introduction of water tasting, water quality analysis and BOD test to a lecture subject and its student evaluation

Kentaro NOZAKI[1), 2)]

Abstract

Freshwater environmental education（Subject name: Human Environmental Studies Part 2）introducing physical, chemical and biological experiments was carried out to practice on university students belonging to human and social sciences courses. The aim of this practical report is to improve the quality of the lecture subject by utilizing experiments of water tasting, water quality analysis and BOD test. Four kinds of bottled water and tap water were compared with tasting and hardness measured by the pack-test. Water samples dissolving undefined materials were analyzed by water color, electric conductivity（EC）and chemical oxygen demand（COD）. Decreasing processes of dissolved oxygen concentrations in water samples collected from a natural pond were investigated by BOD test adding Miso-soup or Cola to samples. Seventy percent of students attending this class were very satisfied with the course in student evaluation. Sixty-five percent of the students answered that they enjoyed the experiments conducted in this class. These results suggested that the introducing the experiments to the lecture subject improved the quality of learning in the freshwater environmental education class.
Key words: environmental education, freshwater, human cultural and social sciences courses, practical report, university students

摘　要

人文社会学系の大学生を対象にして実験を取り入れた陸水環境教育（科目名：人間環境論Ⅱ）の実践を行い，講義形式の授業の質的向上を目指した。実験は，利き水，水質分析および BOD 試験を行った。利き水実験では，市販のボトル水と水道水 4 種類を飲み比べ，パックテストで硬度を分析した。水質分析実験では，水色，電気伝導度，パックテストによる COD 分析を用いて未知の水試料の性質について検討した。BOD 試験では，ため池の水にみそ汁とコーラを添加し，溶存酸素の減少過程を調べた。受講学生による授業評価アンケートでは，70 % の学生が授業にとても満足したと回答した。アンケートの自由記述欄には 65 % の学生が実験は楽しかったと記述した。本研究の結果から，講義形式の授業に実験を取り入れると学生の満足度と意欲がそれぞれ高まることが示唆された。
キーワード：環境教育，淡水，人文社会学系，実践報告，大学生

（2011 年 10 月 31 日受付；2011 年 12 月 20 日受理）

[1)] 椙山女学園大学教育学部　〒 464-8662 愛知県名古屋市千種区星が丘元町 17-3　School of Education, Sugiyama Jogakuen University,　Motomachi 17-3, Hoshigaoka Chikusa, Nagoya, Aichi 464-8662, Japan（E-mail: ken@sugiyama-u.ac.jp）
[2)] 椙山人間学研究センター「環境と人間」プロジェクト　Environmental Education Project, Sugiyama Human Research Center

研究の背景と目的

地球上の水の 97 % 近くは海水であり，淡水は極めて限られている。その限られた淡水も多くは氷や深い地下水として存在している（新井 , 2004）。人体は 60 % 以上が水であり，乳児ではその比率が 80 % にも達する（林 , 2004）。したがって，人間の生命維持には“淡水”の供給が極めて重要である。人間が利用しやすい淡水は，湖沼，河川に存在し，量的には極めて少ないが，その循環速度が，河川水で 2 週間，湖沼で数日～ 10 年程度であり（新井 , 2004），これまでは，利用しても短時間で戻る“無限の資源”として扱われてきた。2003 年 3 月 16 日から 23 日にかけて京都，滋賀，大阪で行われた第 3 回世界水フォーラムでまとめられた声明文には，「すべての人に安全で衛生的な水を」が主要な課題の第 1 番目に記された（第 3 回世界水フォーラム事務局 , 2003）。水消費量が頭打ちになった日本と異なり，世界的には人口増加に伴い，資源としての水が不足する事態が急激に進行している（高橋 , 2003; 中村 , 2004）。これは自然の水循環を無視した水利用が進行しているためである。特に食料増産のために乾燥地に地下水を散布して行う灌漑農業の影響が大きい。つまり循環速度が遅く，“有限の資源”に近い地下水に頼らねば，現在の人口は養えない。現在，日本の食糧自給率は熱量換算で 40 % を切っており（農林水産省 web site），輸入される多くの食糧は，灌漑によって乾燥地で収穫された農産物，あるいはそれを利用して飼育された畜産物である。世界の水資源の不足は日本に住む我々の生活の直結することを強く認識する必要がある。そのためには，陸水を素材とした環境教育の推進が重要である。

今村（2001）は日本の大学で行われている環境教育の研究状況をまとめた。それによると，大学生や教員の環境に対する意識調査を心理学的手法で解析した研究，教員養成系大学，学部における小，中学校および高等学校を対象とした環境教育の授業開発は比較的多く報告されているが，大学の授業として環境教育を行った実践報告や事例報告は極めて限られていた。降旗ほか（2009）は，環境教育としての自然体験学習の現状をまとめているが，大学での具体的な実践例は，井田・青木 (2006)，宮野・高桑 (2006)，荻原ほか (2010)，野崎（2008, 2010, 2012）等，限られている。遠藤（2000），石井ほか（2001）は大学生の環境問題に対する意識調査を行い，日常的に自然に触れている学生ほど環境問題に対する意識や具体的行動への参加が高いことを報告している。これら先行研究の結果から，大学生に対する環境教育では，自然に興味を抱かせるきっかけとしての 1 つとして、体験活動を授業に組み入れることは意味があると考えられる。例えば，野中（2001）は，人文地理学の授業で昆虫試食会を行い，その体験によって学生が人間と環境との関係理解を深めたことを報告している。

本研究では，人文社会学系学部で開講されている陸水（淡水）の環境問題を扱う講義形式の授業に，実験を導入し，それらを学生に体験させることで授業への参加意欲を高めることを目的とした。この授業は，飲み水の水源であり，身近な自然環境でもある河川・湖沼という陸水で，どのような環境問題が起きているかを知り，それらの問題が生じる仕組みと人間生活との関係を科学的な指標を用いながら説明できるようになることを到達目標としている。そこで，水という対象に興味を持たせ，科学的な指標・数値に慣れるために，水のおいしさを考える利き水（伊佐治・八木，2010），水がきれいか汚いかを考える水色・電気伝導度・COD パックテストを用いた簡単な水質分析（村上・石田，2010），河川・湖沼の有機物汚濁の程度を評価し新聞等にも良く取り上げられる BOD（村上･田代, 2010）を授業に導入する実験として選んだ。

方　　法

研究対象

本研究は，椙山女学園大学人間関係学部人間関係学科（愛知県日進市）で 2002 ～ 2007 年度後期（9 月～ 1 月）に開講されていた人間環境論Ⅱで行った。筆者は 2005 ～ 2007 年度の授業を担当し，研究は，この 3 年間で行った。当時の学科専門教育には，女性のライフスタイル，人間発達，現代社会，人間環境の 4 つの科目群が設定されており，人間環境論Ⅱは人間環境科目群に属していた。受講登録した学生は，2005 年度 36 人，2006 年度 35 人，2007 年度 34 人であったが，最後まで受講を続ける学生は 30 人弱であった。

授業内容

授業内容は，2005 ～ 2007 年で共通であり，1. ミネラルウォーターの話，2. 河川，湖沼水質の問題，3. 水資源とした。1. では 1）水のおいしさ，2）ミネラルウォーターの中身，3）ミネラルウォーターの問題点，2. では 1）目に見える汚れと目に見えない汚れ，2）富栄養化と貧酸素環境，3. では 1）日本の水利用，2）長期的な水資源の維持，3）森林と水資源，4）世界の水問題と日本～仮想水の話，をそれぞれ扱った。2005 年度は講義中心の形式で行い，2006 ～ 2007 年度は，実験を取り入れて実施した。1. に関連させて「利き水」，2. に関連させて「水質分析」，「BOD 試験」を行った。実験時には受講生を 4 ～ 5 人の 6 班に分けたが，実験の操作自体は必ず 1 人 1 人が体験できるように考慮した。これは人文社会学系のみで構成されている和光大学での実践報告を参考にした（内田，1984）。

利き水の方法

これは，水の味について考えさせる実験である。市販されている水に使われている PET ボトル（500 mL）の中に，ア . 煮沸処理した豊田市の水道水（愛知県企業局からの給水　水

源：矢作川），イ．サントリー天然水，ウ．Contrex，エ．煮沸処理した日進市の水道水（愛知県企業局からの給水　水源：木曽川）をそれぞれ詰めた。PETボトルのラベルは全て剥がし，またボトルの形状から銘柄判定が出来ないように入れ替えた。水以外の飲料が入っているPETボトルは飲料の臭いが染み付いているので用いなかった。詰め替え作業は，実験の前日に行い，1晩冷蔵庫で保存し，実験開始3時間前に冷蔵庫から出した。受講生各が利き水をする容器は透明なプラスチック製のものとした。紙コップは紙の臭いがするので使わなかった。

受講生は，納得するまで利き水を行い，おいしいと感じた順にア～エのボトルを並べてもらった。利き水終了後にはパックテスト（共立理化学研究所）でア～エのボトル水の全硬度（測定範囲0～200 mg L^{-1}）を測定した。

水質分析の方法

これは，水の汚れというものを視覚とそれ以外の手法とで見ることの大切さを考えさせる実験である。各班に，ア．アジ化ナトリウム，イ．グラニュー糖，ウ．カオリン（粘土の粉末），エ．食塩をそれぞれ耳掻き1杯分加えたガラスビーカー（100 mL）を配った。受講生はビーカーに蒸留水50 mLを加え，良くかき混ぜた後，水色，電気伝導度（堀場製作所B-173），パックテストによるCOD（共立理化学研究所，測定範囲0～8 mg L^{-1}および0～100 mg L^{-1}）を測定した。アジ化ナトリウムは，当時，大学等研究機関での混入による事件が報道され急に管理が厳しくなった薬品であり，受講生にとって聞き覚えのある毒物，グラニュー糖は清涼飲料水を流すことによる有機物汚濁，カオリンは出水による濁度上昇，食塩は食事の味付けの基本が塩（味噌，醤油を含む）であることから家庭排水による無機塩類の流入をそれぞれ想定している。

なお，アジ化ナトリウムについては，実験に入る前に，その毒性と具体的な事故事例について説明し，薬品が入ったビーカーは教員が各班に順次配布した。実験終了後，アジ化ナトリウム溶液が入ったビーカー，CODパックテストは，そのまま教員が回収した。回収した溶液は教材販売商社を通じて専門業者に処分を委託した。

BOD試験の方法

これは，人間の家庭排水が自然界に与える影響，特に水域の貧酸素化について考えさせる実験である。実験は3回に渡って行い，初回は，溶存酸素について理解させるため，Winkler法の測定練習を行った。受講生1人あたり100 mL酸素びん3本を配り，それに水道水を入れて溶存酸素の測定を行わせた。同時に水温が低い水，高い水で溶存酸素を測定させ，水温の違いが溶存酸素濃度に大きく影響することを理解させた。

2～3回目にかけて本試験を行った。試水は大学の近くに位置する弁天池という富栄養状態のため池から採取した（野崎，2010）。採水時の水質は電気伝導度16.7 mS m^{-1}，UNESCO法によるクロロフィル*a*量14 μg L^{-1}であった。試水はガラス繊維ろ紙（ADVANTEC GF-75）でろ過し，植物プランクトンなど大きな有機物は除去した。この試水を1班あたり9本の100 mL酸素びんに分注した。9本の試水には，無添加3本，みそ汁（煮干だし，豆みそ）0.2 mL添加3本，清涼飲料水のコーラ0.2 mL添加3本の処理を行った。添加は1 mL注射器で行った。無添加，みそ汁添加，コーラ添加の処理区の内，それぞれ1本はただちに溶存酸素を固定し，Winkler法で濃度測定を行った。残りの6本はアルミホイルで包み暗黒条件にして，水を張ったコンテナに入れた。特に水温の調整は行わなかった。6本の内，3本は2日後，残りの3本は7日後に溶存酸素を固定し，直ちにWinkler法で濃度測定を行った。測定結果をもとに受講生にはグラフ用紙に溶存酸素濃度の経時変化を作図させた。

本研究で実施したBOD試験は厳密にはそれではないが，その仕組みを利用しているので，今回はBOD試験と呼んだ。この実験を計画する際には中本（1983）が考案したMBOD法による水質評価を参考にした。

授業の評価

学生による授業評価アンケートの結果から，授業への満足度の変化を調べた。授業評価アンケートは，学期後半になる12月に行った。受講生は，17の設問に対して，「その通りである」，「どちらかといえばその通りである」，「どちらかといえばそうではない」，「そうではない」，の4段階で評価する。授業全体に関しては，設問1「この授業の内容に興味があった」，設問17「総合的に見て，この授業に満足だった」が設定されている。残る15問は，「教え方」，「内容の程度」，「学びへの意欲」，「適正規模」，「雰囲気」についての設問である。

実験等の体験型授業を行った場合，教師による講義，すなわち知識伝達の時間が減少するため，知識の定着が阻害される可能性がある。そこで，授業で扱った知識の定着については，定期試験の結果から評価を行った。実験を取り入れた授業を行った2006～2007年度は，計算問題を含む7～8つの設問から成る筆記試験を行った（文末の資料1，2を参照）。ただし，2005年度は課題提出によって成績判定を行ったため，授業形態の違いによる知識の定着を比較することは出来なかった。

結　　果

利き水実験

Fig.1は，2006年度の結果で，利き水に用いた4種類の水の中で，受講生が最もおいしい水としてえらんだ人数を示し

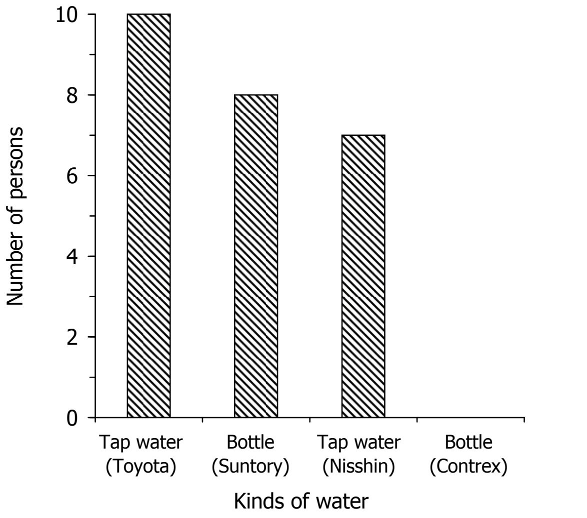

Fig.1. Number of persons choosing as the tastiest one among 4 kinds of water by tasting. Many students chose the tap water of Toyota City as the tastiest one. Nobody chose the Contrex that was the most expensive bottled water.

図 1. 利き水によって 4 種類の水の中から最もおいしい水として 1 つを選んだ人数．多くの学生が豊田市の水道水を最もおいしい水として選んだ．最も高価なボトル水である Contrex は誰もおいしい水として選ばなかった．

ている。Contrex を選んだ受講生は 1 人もおらず，豊田市の水道水 10 名，サントリー天然水 8 名，日進の水道水 7 名であった。学生は，水道水が意外においしく感じることに大きな驚きを見せた。続いて硬度を測定し，豊田市水道水，サントリー天然水，日進水道水が 10 ～ 40 mg L^{-1} の軟水であるのに対して，Contrex は測定限界の 200 mg L^{-1} を越える硬水であることを確かめた。Contrex のラベルを見せ，硬度が 1500 mg L^{-1} であることを知ると，受講生たちは再び大きな驚きを見せていた。

実験終了後，受講生には水のおいしさが硬度，臭い，水温で決まることを説明し，さらには水道水とボトル水の価格差を計算してもらった。授業終了後に提出してもらった感想文には，水に味があること，自分たちが水のおいしさをそれほど鋭敏には感じ取れないこと，PET ボトルというゴミの排出を伴うボトル水の購入に対する疑問が数多く記されていた。

水質分析

4 つのガラスビーカーに水を注いだ受講生たちは，カオリンを加えたビーカーの水のみが白濁したことを見て，視覚的にはこの水が最も汚れていると判断していた。続いて電気伝導度を測定すると食塩を入れたビーカーで他に比べて極めて高い値が出ること，砂糖を加えたビーカーでは COD の値が極端に高くなることに驚いていた。さらに毒物であるアジ化ナトリウムは，今回用いた簡単な分析方法では検出できないことを説明した。分析が一通り終了した時点で，受講生に各ビーカーに入っている物質名を伝え，それぞれの物質がどのような水質汚染に関係するのかを，測定項目と関連させて考えさせた。具体的には，各班で分析結果を基に水質の判断基準について議論させ，何がわかったかを板書させ，口頭で説明させた。最も多かった意見は，「これまで水のきれいさの判断に用いていた濁りという視覚に頼る基準は事実の一面に過ぎず，複数の指標を組み合わせて判断することが大切である。」であった。

BOD 試験

初回の Winkler 法による溶存酸素濃度の測定練習では，受講生は，水にⅠ液，Ⅱ液を添加すると茶褐色の沈殿が生じることにまず大きな驚きを見せていた。そして，沈殿に塩酸を加えチオ硫酸ナトリウムを滴下していくと茶褐色の色が薄まっていき，そこにデンプン溶液を加えると鮮やかな青紫色を呈する一連の変化を楽しんでいた。測定結果をもとに水道水の溶存酸素濃度を算出し，水温に応じた理論値（日本分析化学会北海道支部 , 1994）と比べてみると，極めて良い一致を見せたことは受講生の実験に対する興味を一層高めたようであった。

2 回目は，身近な食べものであるみそ汁とコーラを加えるという操作に受講生はまず興味を持ったようである。実験前に，生活の中で飲み残した汁ものや飲料を流しに捨てることが自然界で何を引き起こすかを説明した。調整の終わった酸

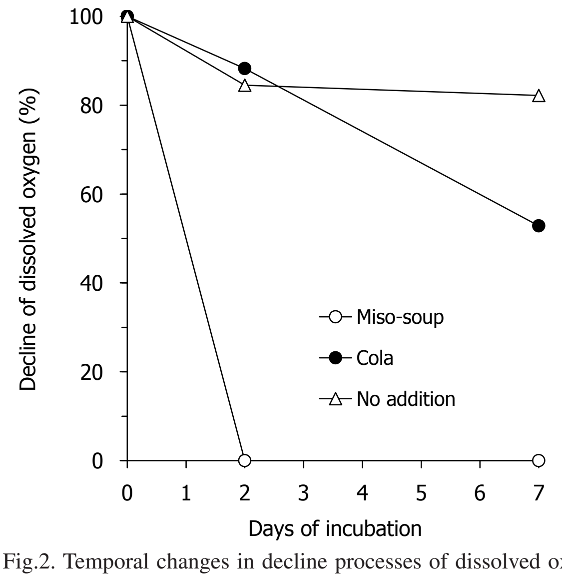

Fig.2. Temporal changes in decline processes of dissolved oxygen in 100 mL DO glass bottles filled with natural pond water treated with Miso-soup addition (0.2 mL to 100 mL), Cola addition (0.2 mL to 100 mL) and no addition, respectively.

図 2. みそ汁添加（100 mL に対して 0.2 mL），コーラ添加（100 mL に対して 0.2 mL）および無添加の処理を施したため池の水を詰めた 100 mL ガラス製酸素びん内の溶存酸素の減少過程．

素びんをコンテナに移し，0 日目の酸素びんの溶存酸素の測定を終えた後，受講生に 3 種類のびんの内，どの操作を行った酸素びんで最も酸素が早く減少するか，そしてそう考える理由について考えさせ，短い文章にまとめて提出してもらった。

2 回目と 3 回目の間に，授業の時間外ではあるが，溶存酸素濃度の途中経過を理解させるために，各班で代表を決め，溶存酸素濃度の測定をさせた。この時点で 3 種類の処理の間で溶存酸素濃度に大きな違いが見られた。

3 回目は，まず残った酸素びんの溶存酸素濃度の測定を行った。2006 年度の BOD 試験の結果は Fig.2 にまとめた。2 回目の時点では，受講生の大部分である 22 名が，最も早く溶存酸素が減少するのは，コーラを添加した試料であると予測していた。この理由は，水質分析の際に，グラニュー糖が入った水が最も COD が高く，受講生は糖分（有機物）が多いと細菌の呼吸活動によって溶存酸素が減ることを理解していたためであった。しかしながら実際にはみそ汁を添加した酸素びんで最も早く溶存酸素が減少していた。この理由を説明するために，四訂日本食品標準成分表から得た，みそ，コーラ，白米ごはん，パン，肉類，魚介類の成分を紹介し，微生物の増殖には，炭素だけでは栄養不足であり，たんぱく質に多く含まれる窒素を始め，他の元素が必須であることを説明

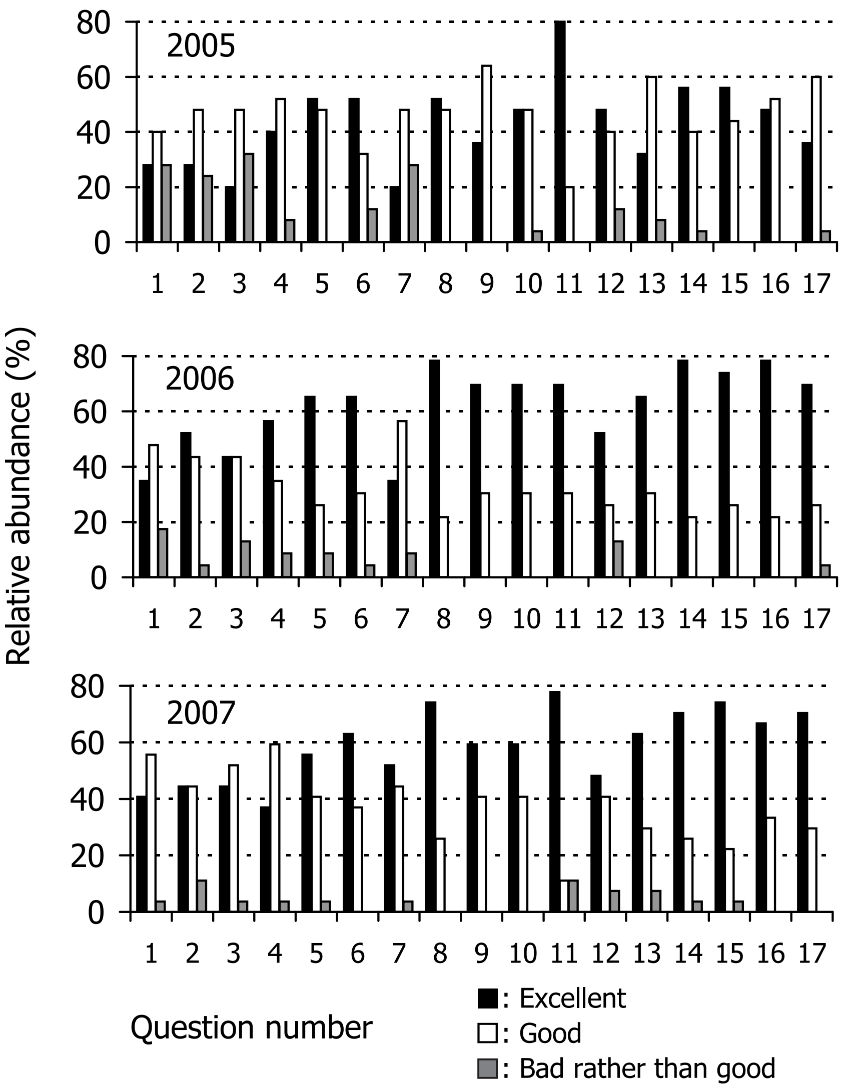

Fig.3. Results of student evaluation in 2005-2007. Black: Excellent, White: Good, Grey: Bad rather than good. Questions 1-5: content and quality of the class, 6-7, 12-13 and 16: increasing of motivation to learn, 8-11: teaching method and skill, 14: class size, 15: facilities, 17: total evaluation.

図 3. 2005 ～ 2007 年度の受講生による授業評価アンケートの結果．黒棒:「その通りである」, 白棒:「どちらかといえばその通りである」，灰色棒：「どちらかといえばそうではない」への回答を示す．設問 1-5：授業の内容と質，設問 6-7, 12-13, 16：学習意欲の高まり，設問 8-11：教員の教え方，設問 14：受講者数，15：教室の設備，設問 17：総合評価．

した。

受講生による授業評価

Fig.3 は，2005 ～ 2007 年度の授業評価アンケートの集計結果である。3 年間を比較するために相対値で示した。なお，設問に対して「そうではない」と回答した割合は最大でも 10 % 未満であったため，図には示さなかった。講義中心で行った 2005 年に比べ，実験を取り入れた 2006，2007 年では，設問に対し最も肯定的な評価「その通りである」と回答した受講生の割合が大幅に増加した。2005 年には，「その通りである」の割合が 60 % 以上を示したのは，内容の良し悪しに関係ない「11. 授業の開始時刻や終了時刻は適切だった」のみであったが，2006 年度には 11 の，2007 年度には 8 の設問で 60 % 以上になった。

2005 年度に比べ，「その通りである」の回答が 30 % 以上（30 ～ 34 %）増えた設問は，2006 年度は，「9. 教員は学生の理解度に配慮した授業の進め方をしていた」，「13. 私はこの授業に意欲的に取り組んだ」，「16. 他の受講者はこの授業に真面目に参加する雰囲気だった」，「17. 総合的にみて，この授業に満足だった」，2007 年度は，「7. この授業を通して，もっと勉強したいという意欲が湧いた」，「13」，「17」であった。次いで 20 % 以上（22 ～ 26 %）増えた設問は，2006 年度は，「2. この授業は理解しやすかった」，「3. この授業のレベルは，あなたにとって適切だった」，「8. 教員は学生が理解しやすいように授業を工夫していた」，「10. 教員による解説はわかりやすかった」，「14. 受講者の人数は適切だった」，2007 年度は，「3」，「8」，「9」であった。2006 年度の授業評価アンケートに参加した 23 名の学生の内 15 名（65 %）が，実験は楽しく，授業内容の理解の助けになったと自由記述欄に記入していた。

定期試験の結果

Fig.4. は 2006，2007 年度の定期試験の得点分布を示している。2006 年度の平均点と標準偏差は 66 ± 19 点（n=26），最低点は 17 点，最高点は 96 点，2007 年度は，75 ± 16 点（n=30），最低 35 点，最高 100 点であった。合格点である 60 点以上を獲得した割合は，2006 年度に 69 %，2007 年度に 87 % であった。したがって，70 ～ 90 % の受講生に授業内容の知識の定着があったと判断される。

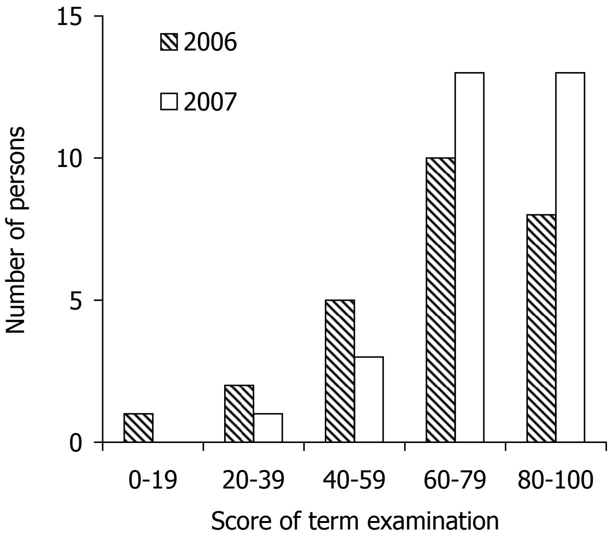

Fig.4. Number of persons at each level of score in term examinations in 2006 and 2007.
図 4. 2006, 2007 年度の定期試験における各得点段階の人数.

考　察

本研究の教育効果を考察するためには，まず年度による受講生の質的な違いを把握しておく必要がある。最も重要な要素は，授業内容への興味の強さである。例えば，受講前から強い興味を抱いていれば，授業の工夫が無くとも意欲的に取り組むことが考えられる。一方，授業方法の工夫によって意欲が高まり，興味が湧くこともある。そこで設問「1. この授業の内容に興味があった」への回答結果を年度ごとに比較した。「その通りである」と回答した割合は，2005 年度 28 %，2006 年度 35 %，2007 年度 41 %，「どちらかといえばその通りである」は，40 %，48 %，56 % であり，徐々に増加する傾向にあった。2 つの回答を合計すれば，68 %，83 %，97 % となり，明らかに 2005 年度に比べ，2006，2007 年度の受講生は授業内容への興味が強いと判断される。この興味の強さが，受講前からのものか，受講する中で生じたものかは判別できない。今後は，授業開始時に質問紙調査を行い，興味の強さが何によって生じているのかを判別することに取り組みたい。

授業に実験を取り入れた 2006，2007 年度の評価において，「その通りである」と最も肯定的に回答した割合が，講義中心の 2005 年度と比べて 30 % 以上の高い上昇を示した共通の設問は，「13. 私はこの授業に意欲的に取り組んだ」，「17. 総合的にみて，この授業に満足だった」であった。普段の授業では実験に触れることが無い人文社会学系の大学生であっても，実験は授業への意欲と満足度を高めることが明らかになった。小倉（2011）は，環境教育と学びの内容に共通点が多い理科の授業において，実験・観察が比較的多い小中学校に比べ，講義中心の高等学校では，理科への興味の程度，すなわち意欲が大きく低下することを指摘している。同じく意欲についての設問「7. この授業を通して，もっと勉強したいという意欲が湧いた」に対し，肯定的に回答した受講生の割合は，2007 年度が 32 %，2006 年度も 15 % 増加し，実験を取り入れた授業を実施した後は，やはり受講生の意欲が高まっていることが示された。授業の進め方・組み立て方，授

業内容のわかりやすさ，に関する設問の多くは，2005 年度に比べ，「その通りである」と回答した割合が 20 〜 30 % 上昇していた。これらの結果から，実験の導入が受講生の内容理解を助け，学ぶ意欲の向上につながったと考えることができる。「16. 他の受講者はこの授業に真面目に参加する雰囲気だった」では，2006 年度に 30 %，2007 年度に 19 % の上昇が見られた。受講生各人の意欲の高まり，そして協働作業による実験の遂行は，互いに学びあう雰囲気をつくりだし（三宅，2010；野崎，2012），授業環境の改善にもつながったと見なすことができる。さらに，2006 〜 2007 年度の定期試験の得点は，受講生の 70 〜 90 % が 60 点以上となり，本研究での実践が楽しい実験だけに終わらず，授業内容が受講生に定着したと評価できる。定期試験は，陸水の環境問題について，授業で説明した知識や図表から読み取った値を組み合わせて説明する記述問題であり，授業者が到達目標とした「問題が生じる仕組みと人間生活との関係を科学的な指標を用いながら説明できるようになる」の達成度を測定する内容である。定期試験の結果からは，到達目標が達成できたと判断される。

一般的に，人文社会学系の学部には自然科学系の学部に設置されている実験室や実習室が存在しない。さらに実験補助をする人員や器材，消耗品費の確保が難しい。そのため，自然科学系の授業を担当する教員は，実験実習がその理解に役立つことを認識していても，いざ実践となると二の足を踏んでしまうことが多いと思われる（内田 , 1984）。結果として，文理融合であるべき環境学の授業であっても，「文」の面である資料や文献を用いた解説に終始することになってしまう。これが人文社会学系の大学，学部で環境学を確立していく上で大きな課題であったと考えられる。本研究で導入を試みた実験はいずれも講義室で充分に実施可能な手法であり，30 人程度の授業では有効であったと評価できる。ただし，受講生が 100 名以上の大人数授業への適用については検討の必要がある。

文　　献

新井正(2004)：地域分析のための熱･水収支水文学. 古今書院，東京.

第 3 回世界水フォーラム事務局（2003）：第 3 回世界水フォーラム最終報告書，東京.

遠藤良太（2000）：大学生の森林への触れ合いと森林の維持についての意識－東京都内の文学部教養課程に在籍する女子大生を事例としてー．環境教育，10（1）：14-18.

降旗信一・宮野純次・能條歩・藤井浩樹（2009）：環境教育としての自然体験学習の課題と展望．環境教育，20（2）：3-16.

林俊郎（2004）：水と健康．地球と人間の環境を考える 07，日本評論社，東京.

井田秀行・青木舞（2006）：教員養成系大学生の身近な自然観とそれに応じた自然教育．保全生態学研究，11：105-114.

今村光章（2001）：大学における環境教育の先行研究状況．環境教育，11（1）：63-67.

伊佐治知明・八木明彦（2010）：6. 上下水道．身近な水の環境科学，日本陸水学会東海支部会（編）：81-89．朝倉書店，東京.

石井晶子・川井昂・澤村博・青山清英・阿部信博・小山裕三（2001）：大学生の自然との親しみ方と環境問題への関心及び環境保全行動の関連について．環境教育，11（2）：35-43.

三宅なほみ（2010）：協調的な科学教育－“学びのプロセス”の科学から．科学（岩波書店），80（5）：537-540.

宮野純次・高桑進（2006）：自然体験学習カリキュラムの開発と展開．京都女子大学発達教育学部紀要，2：67-76.

村上哲生・石田典子（2010）：12. 水環境問題と市民調査．身近な水の環境科学，日本陸水学会東海支部会（編）：149-161．朝倉書店，東京.

村上哲生・田代喬（2010）：1. 川と湖．身近な水の環境科学，日本陸水学会東海支部会（編）：1-7．朝倉書店，東京.

中本信忠（1983）：水中の生物利用可能栄養物質量の新しい水質評価法，水道協会雑誌，591：14-28.

中村靖彦（2004）：ウォータービジネス．岩波新書 878，岩波書店，東京.

日本分析化学会北海道支部（1994）：水の分析 第 4 版．化学同人，東京.

野中健一（2001）：昆虫試食からわかった人間と環境との関係理解に向けた「感覚知」の重要性．環境教育，11（1）：30-37.

野崎健太郎（2008）：体験型の水環境教育の実践～人文社会学系の大学生を対象にして～．椙山人間学研究，4：57-68.

野崎健太郎（2010）：尾張丘陵南部の陸水環境を用いた大学生の自然体験学習－椙山女学園大学人間関係学部（愛知県日進市）周辺の里山における実践－．椙山人間学研究，6：146-156.

野崎健太郎（2012）：保育者・小学校教員養成課程における河川調査実習の立案とその教育効果．日本生態学会誌，62：(印刷中).

荻原彰・福山薫・永田成文・宮岡邦任（2010）：大学共通教育における河川景観教育の実践．環境教育，20（10）：16-25.

小倉康（2011）：理科への興味を引き出すカリキュラム－科学的リテラシー教育の観点から－．SYNAPSE（ジアース教育新社），10（2011 年 7 月号）：14-17.

高橋裕（2003）: 地球の水が危ない．岩波新書 827，岩波書店，東京．
内田正夫（1984）：文科系大学における化学実験の授業．和光学園教育実践シリーズ出版委員会（編），和光学園教育実践シリーズ 5 大学教師の実践記録：211-222．明治図書出版，東京．

資料 1. 2006 年度の試験問題

問 1　ある川に水道水と農業用水を供給する目的でダムが建設された。ダムによって形成された湖（ダム湖）の平均水深は 50 m、水が入れ替わる時間は 60 日である。このダム湖の富栄養化に関する以下の問題 1）～ 4）に答えよ。
1）富栄養化という用語を解説せよ（5 点）。
2）Vollenweider の式を用いて、このダム湖を富栄養化させてしまうリンの流入量（g m^{-2} $year^{-1}$）を算出せよ。尚、「水が入れ替わる時間」は、問題では日数で示されているので年に直すことを忘れるな。途中の計算では、割り切れない場合は小数点以下 3 位（4 位を四捨五入）の値で計算し、最終的な値は小数点以下 1 位（2 位を四捨五入）の値で答えよ。尚、だいたい合っていれば正解とする（10 点）。
3）ダムが完成した時、ダム湖に流入するリンの量は 10 g m^{-2} $year^{-1}$ であった。この値を 1）の計算値と比べ、わかることを述べよ（10 点）。
4）ダム建設後 20 年が経過し、ダム上流には人家が増え、上流からダム湖に流入するリンの量は 50 g m^{-2} $year^{-1}$ に上昇した。その頃、このダム湖の水を水道水に用いている町では、ペットボトルに入ったミネラルウオーターの消費量が増加した。この現象が起きた原因と仕組みを考え、文章でわかりやすく説明せよ（自分の家族､友人に説明できるように述べよ）（20 点）。

問 2　庄内川下流域の BOD 値は、1970 年代初めには 20 mg L^{-1} であったが、2005 年にはおよそ 3 mg L^{-1} に低下している。この変化に関する以下の問題に答えよ。
1）BOD という用語を解説せよ。また授業で行った実験を参考にして、どのようなものが川の水に含まれていると BOD の値が上昇するかを述べよ（10 点）。
2）1970 年代初めの庄内川下流の水環境はどのような状態であったと考えられるか。文章でわかりやすく説明せよ（10 点）。
3）BOD 値が低下した理由と仕組みを文章で述べよ（20 点）。

問 3　今、名古屋市では緑地を増やそうとしている。この効果を洪水制御という点から説明せよ。さらに、緑地を増やす時に注意すべきことを述べよ（15 点）。

資料 2. 2007 年度の試験問題

問 1. 東海地方に住む日本人 50 人に「あ～お」の 5 種類の水を利き水してもらい、最も美味しいと感じた水を選んでもらった。その後、「あ～お」の水の水質を測定して以下の表にまとめた（省略）。表の人数の項目は、その水を最も美味しいと答えた人の数を示している。このような結果となった理由を水質の測定結果を参考にして考察し文章で述べよ（30 点）。

問 2. 下の表は、東海地方を流れるある川で 1970 年と 2007 年の同じ季節に測定された水質の結果をまとめたものである（省略）。この結果を考察し、河川は 37 年間の間に、どのような仕組みで、どのように変化したのかを文章で述べよ（30 点）。

問 3. ある川に面積 60 km^2 のダムを建設することになった。このダム湖の水が入れ替わる時間（滞留時間）は半年であると予測され、Vollenweider の式を用いて Lc を算出したところ 1.368 g m^{-2} y^{-1} となった。以下の 1）～ 5）に答えよ。
1）Lc の値は何を示しているか。説明せよ（5 点）。
2）滞留時間と Lc を用いて、Vollenweider の式から、このダム湖の平均水深を算出せよ。なお、平方根（$\sqrt{\ }$）の値は小数点以下 2 桁まで計算に用いよ（10 点）。
3）Lc の値とダム湖の面積から、このダム湖に 1 年間にどれだけのリンが流入すると富栄養化するかを算出せよ。なお、単位は kg（キログラム）で示しなさい（10 点）。
4）このダム湖に流入する河川の水質を調べたところ、ダムに 1 年間に流入するリンの量は 9,000 kg であった。ダム湖は富栄養化するか、あるいはしないか、どちらかを選び、その理由を述べよ（5 点）。
5）富栄養化とは何か。そして、それが水質の悪化につながる理由とともに述べよ（10 点）。

（担当編集委員：石田典子，
名古屋女子大学文学部児童教育学科）