

環境論 および環境論 受講生による 大和川水系の水質調査について

藤 原 剛*

Field study on the water quality of Yamato River System
by the students of Environmental Science and Environmental Science

Tsuyoshi Fujiwara

要 旨

環境論 及び の講義の一環として行われている大和川水系の水質調査の11年間に亘るデータを分析したところ以下のようなことが分かった。

1. CODやパケットテストなどの化学分析をもとにした水質調査は、まず最初に分析操作の手技を細かく教えてから現地調査と分析を行い、全ての調査地点の結果が出そろった後で分析の意味や原理等について説明した方が、最初に分析の意味や原理を解説するよりも良い結果が得られた。
2. CODの測定には、講義時間の制約や多くの受講生が化学的な知識と経験に乏しいという制約から、相当に簡略化した分析方法を用いが、この方法でも大和川水系の水質を大筋で捉えることができ、大和川の水質と環境を体験を通じて考えるという本講義の目的に合致するものであった。
3. 調査した大和川水系の水質は1997年の調査開始以来全体としては徐々に改善していることが分かったが、浄化センター北と浄化センター南では2004年頃からは逆に水質が悪化していた。

はじめに

近年環境問題への関心の高まりに伴って、様々な取り組みが活発に行われている。環境問題に関する取り組みの中でも環境教育は、人間の環境に対する意識を変え行動様式を環境への負荷を小さいものに変えていく原動力になるものであり、非常に重要な分野である。奈良大学では1995年にカリキュラム改訂を行い、教養科目の中に環境問題に関する一群の科目を設けて環境教育を行って来た。環境問題の学習には環境の現況を知ることが何よりも重要であり、ここが出発点である。しかしながら、学生の環境問題に対する意識はどちらかというと観念的であり、個々の具体的な問題について考えることが難しかったり実際の行動につながりにくい傾向がある。そこで、環境問題の現状を演習や実習を通じて体験的に学ばせることによって環境問題に対する認識を深め、ここから現実の環境問題にいかに対処すべきかを考えさせるという目的を持った科目として、2008年9月18日受理 *教養部教授

環境問題をテーマとする演習科目を設けた。科目名は当初は情報・環境演習としたが、その後カリキュラム改訂に伴って変更され、現在は環境論 および環境論 となっている。この科目は複数のクラスが開講されるが、そのうち著者が担当したクラスでは大和川水系の水質汚濁をテーマにした。

大和川水系は奈良大学の位置する奈良盆地を流れ、大阪府の南部を経て大阪湾に流れる一群の河川である。水質改善の様々な努力がされていることによって最近では大和川水系の水質もかなり改善されてきているが、水質は依然として悪く、国土交通省近畿地方整備局大和川河川事務所の調査によれば、毎年全国で1、2位を争っている状況である¹⁾。大和川水系は源流部に当たる奈良盆地の周囲にある山地の面積が小さく流量が少ないため水質汚濁を受けやすい自然条件にあるが、同時に流入する汚染物質の8割近くは家庭排水といわれるように家庭からの排水が大きな部分を占める河川でもある²⁾。奈良大学の近くには大和川水系の河川の一つである秋篠川が流れおり、奈良大学の学生達が日常的に接している河川である。しかも、秋篠川は大和川水系の中でも最も水質が悪い河川の一つでもあり^{3,4)}、学生も秋篠川の水質についてはある程度の関心は持っている。従って水質汚濁の現状を実地調査によって体験的に理解し、環境問題は自分の問題でもあるという観点から対策を具体的に考えるという目的の科目で扱う対象としてふさわしいと考えられる。そこで、大和川水系の水質汚濁の全体的な状況を把握するために、奈良大学付近の秋篠川を起点にして、佐保川、大和川に調査地点を設けて実地調査を行うことにした。

講義は現在(2008年)まで連続して開講されてきたので既に11年間に亘る調査結果(数値データ)が蓄積されている。各年度の個々のデータは数値のばらつきが大きいため単独では使いにくい、蓄積された多数のデータを総合して用いれば有意な結論を得ることができる状態になったので、これまでの結果をまとめて報告し、このデータをもとに大和川水系の水質汚濁の現状について分析する。

水質調査は化学分析によって行ったが、この科目は教養科目である関係上、所定講義時間を大幅に超えて調査を行うことが出来ない、ほとんどの受講生が高等学校で化学を学習していないし化学分析の経験を持たないなどの制約があり、調査方法を相当に簡略化する必要があった。それに伴って様々な技術的な問題を含むことになった。従って、受講生が得たデータのばらつきの大きさや分析方法の信頼性についての検討が必要である。データのばらつきの大きさは学習に対する関心や理解の度合いによって大きく左右され学習効果に反映される。本講義では受講生の関心や理解の度合を高めることによって、データのばらつきが小さくなるようにいろいろな工夫をしてきたが、これについても報告する。

・ 調査方法

1. 調査地点

奈良県内を流れる大和川水系の河川のうち、奈良大学の近くを流れる秋篠川(奈良大下)を起点にして秋篠川、佐保川、大和川を順次下流に向かって調査地点を設定した(図-1)。この際できるだけ大和川水系の全体の水質が分かるような地点を選ぶように配慮した。また、水質汚濁の状態を分析検討する際に望ましい水質の基準が必要になるが、一般的な数値基準だけではなく河川の現状を実際に確認した上で基準になる数値を設定することが学習効果の上からは望ましい。

そこで、実際に河川を観察した時に水質汚濁の少ない川と感じられる地点を探したが、大和川水系では適当な場所を見つけることが出来なかったため、木津川水系の河川である白砂川（笠置）に調査地点（基準地点）を置いた。1999年には佐保川に比べて比較的水質汚濁の少ないとされている初瀬川が佐保川と合流する地点の直ぐ上流に（浄化センター南）2000年からは大和川の本流である王寺に調査地点を設定した。各調査地点の位置を図 - 1 に示す。各調査地点の状況は以下の通りである。記述は調査地点名、所在地と河川名、調査地点付近に架かる橋の名前、調査地点での川幅、水流幅、周囲の状況、護岸の状況、その他の順に従った。

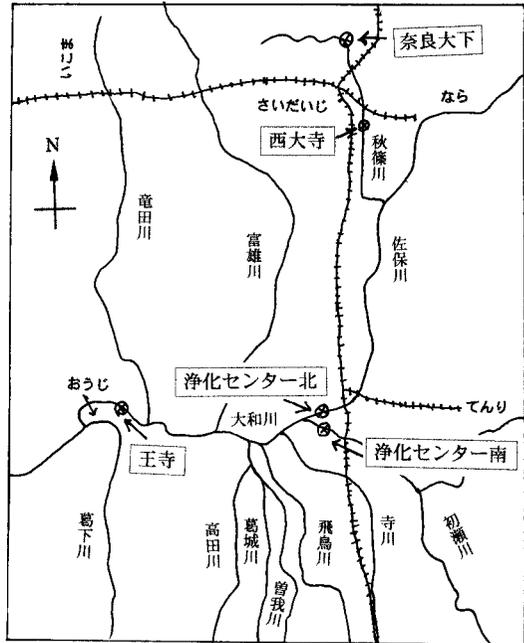


図 - 1 調査地点

写真 調査地点の状況



a . 奈良大下



b . 西大寺



c . 浄化センター北



d . 浄化センター南



e . 王寺



f . 笠置

奈良大下（写真 a）： 奈良市秋篠町の秋篠川、平城郵便局近くの鉄製の橋（名称不詳）、川幅約 9 m、水流幅約 7 m、周囲には大学、小学校、幼稚園があり人家が多い。畑地や交通量のやや多い車道がある。兩岸はコンクリートの護岸、堰でせき止められている。採水は堰の下流で行った。河原はなく河川中にも護岸にも植物はほとんど存在しない。

西大寺（写真 b）： 奈良市二条町、城山橋、川幅約 25 m、水流幅約 20 m、周囲には電車の車庫やつり池、畑地、田圃、人家などがあり、すぐ側を交通量の多い道路が走る。西大寺地区の市街地を出た位置にある。兩岸はコンクリートの護岸であるが護岸には植物が多い。

浄化センター北（写真 c）： 大和郡山市額田部南町の佐保川、高橋、川幅約 100 m、水流幅約 40 m、奈良県浄化センターの北側。周囲には田圃や畑があるが大型自動車の交通量の多い車道があり近くには工場もある。兩岸はコンクリートの護岸。低い堰がある。堰の下流には広い河原が存在する。採水は堰の下流で行った。

浄化センター南（写真 d）： 磯城群川西町吐田の初瀬川、川久保橋、川幅約 60 m、水流幅約 45 m、奈良県浄化センターの南側。周囲には人家や畑が点在する。堤防上に道路があるが自動車の交通量は少ない。兩岸はコンクリートの護岸。堰でせき止められている。兩岸や堰の下流には植物が多い。採水は堰の上流側で行った。

王寺（写真 e）： 生駒市斑鳩町神南の大和川、昭和橋、川幅約 150 m、水流幅約 70 m、交通量の多い道路（国道 25 号線）が通っている。堤防上に道路があるが自動車の交通量は比較的少ない。付近には人家が多い。河原が広く公園になっている。川の流れは速い。僅かに臭気がある。鯉が生息している。

笠置（写真 f）： 奈良市広岡町の白砂川、川幅約 20 m、水流幅 17 m、山間を流れる川で、周囲には人家もみられるが田圃が多い。川は浅く河原や瀬が多く見られる。川原には植物が多い。本地点は奈良市に属するが、笠置町との境界付近にあり、公共交通機関を利用する場合は JR 笠置駅が起点となるので、調査地点名は便宜上笠置とした。

調査は各年度の前期（4月～7月）と後期（10月～12月）に 1 回ずつ行った。奈良大下と西大寺では前期は 5 月中旬、後期は 10 月下旬（同一日）の午後 1 時 30 分～ 3 時の間に、浄化センター北と浄化センター南では前期は 6 月上旬、後期は 11 月中旬（同一日）の午後 2 時～ 4 時の間に、王

寺では前期は6月中旬、後期は11月下旬の午後2時～3時の間に、笠置では前期は7月上旬、後期は12月上旬の午後2時～3時の間に行った。試料は調査地点にある橋の上からか、または橋脚の近くで採取した。

2. 調査項目

各調査地点についてCOD、アンモニウムイオン濃度、硝酸イオン濃度およびリン酸イオン濃度を測定した。受講生4人で一班を作り、各班ごとにそれぞれの調査項目について分析を行った。

COD：水質汚濁の調査には一般的にはBODが測定されるが、講義という限られた時間内に行なうのは困難であるのでこれにかわるものとしてCODを測定した。CODの分析は分析操作の経験がほとんどない学生が行う分析であることを考慮して、公定法である過マンガン酸カリ法を基本にして一部簡略化した方法を用いた⁵⁾。すなわち、調査地点で採取した試料(100ml)に0.02/5 M過マンガン酸カリ溶液(10ml)を加え、硫酸酸性下で10分間沸騰させた後、0.01M砒酸(10ml)を加えて残存する過マンガン酸カリを分解した。この溶液を0.02/5 M過マンガン酸カリで滴定してCODを求めた。河川で採取した試料について加熱時間を変えてCOD値を測定したところ、加熱時間10分の場合に比べて加熱20分間で約12%、30分間で約18%COD値が増加したが、各班間の測定値のばらつきに比べて小さい値であったので、加熱時間は10分間とした。また、COD値の測定では塩素イオンの影響をさけるために硝酸銀処理を行うこともあるが⁶⁾、操作に時間を要した。そこで、8ヶ所の異なる地点から採取した試料について分析したところ、硝酸銀処理をした場合に比べてCOD値が8%以上異なった試料は存在しなかったため、煩雑さをさけるためこの操作を省略した。このような分析方法の簡略化を行うことによって所定の講義時間(3時間)内に大部分の班が分析を終わることができるようになった。結果は各班の得たCOD値のうち最大値と最小値を除いた数値の平均値をもってその調査地点のCOD値とした。受講者数が少なくて班の数が3以下になった場合は、明らかに異常値と判断される場合を除いた数値の単純平均を使用した。

アンモニウムイオン濃度、硝酸イオン濃度およびリン酸イオン濃度：パックテスト(共立理化学研究所製)によって測定した。結果は測定キットに添付されている標準色票によって判定した。標準色と見比べて濃度を判定する際には、試料の着色が標準色票に標準色が表示されている濃度の中間の色を示す場合が多くあった。この場合は濃度を二つの標準色の濃度の中間値で表示した。得られた各班の数値のうち最も出現頻度が高いものをその調査地点のイオン濃度とした。標準色の濃度はアンモニウムイオン：0.2、0.5、1、2.5、10mg/L、硝酸イオン：1、2、5、10、20、45mg/L、リン酸イオン：0.2、0.5、1、2、5、10mg/Lである。

．結果と考察

1. 分析値のばらつき

本演習の受講生が班単位で行った分析の結果得られたCOD値は各班の間で相当大きなばらつきがあった。パックテストを用いたアンモニウム、亜硝酸、硝酸及びリン酸の各イオン濃度の場合でもCODの場合と同様大きなばらつきがあった。COD値のばらつきの大きさとパックテストでの

測定値のばらつきの大きさは比例する傾向があったので、CODの測定値をもとに測定値のばらつきを小さくするための方策について検討した。図 - 2 に1998年前期から2008年前期までの期間について行った奈良大下と笠置のCODの測定結果の全ての数値を示す。

実際の河川の試料を分析する最初の調査地点である奈良大下のCOD値のばらつきの大きさは年によってかなりの差があったが、いずれの年のCOD値の差もおおむね2程度の範囲に収まっていた。この結果は、分析の経験がほとんどない受講生の出した結果であることを考慮すれば、やむを得ない値であり、大和川の汚濁状況について考える目的には充分使用可能なデータである。笠置でのCOD値のばらつきは、2003年前期の場合以外は、2004年後期までは小さい範囲に収まっていた。これは奈良大下が分析を始めてから3回目の分析であるのに対して、笠置では6回目になり分析操作に慣れてきたためと思われる。しかし2005年では分析値のばらつきが大きく、笠置の結果が示すように分析の回数が増えても分析値のばらつきは小さくならなかった。特に2005年前期では、逆に分析回数が増えるほどばらつきが大きくなる傾向が見られ、最終回の分析である笠置では非常に大きなばらつきになり、本講義の目的である大和川水系の水質について検討することが困難な状況になった。

笠置ではCOD値が奈良大下に比べて小さいので、分析が難しい確かである。しかし、2004年までの場合では、ばらつきの幅はかなり小さくなっており、COD値が小さいということがCOD値のばらつきが大きくなった原因であるとは考えにくい。CODの分析に対して影響を与える可能性のある要因のうちで、受講生による分析の際に問題になりやすい要因は主に分析操作に関する点で、ピペット操作の正確さ、加熱時間の正確さ、滴定の終点の判定法等が挙げられる。2005年前期や後期の場合のように、分析操作に慣れて行くに従ってデータのばらつきが大きくなって行く、または小さくならないのは操作に慣れるにつれてこれらの注意点が守られず操作が雑になっている

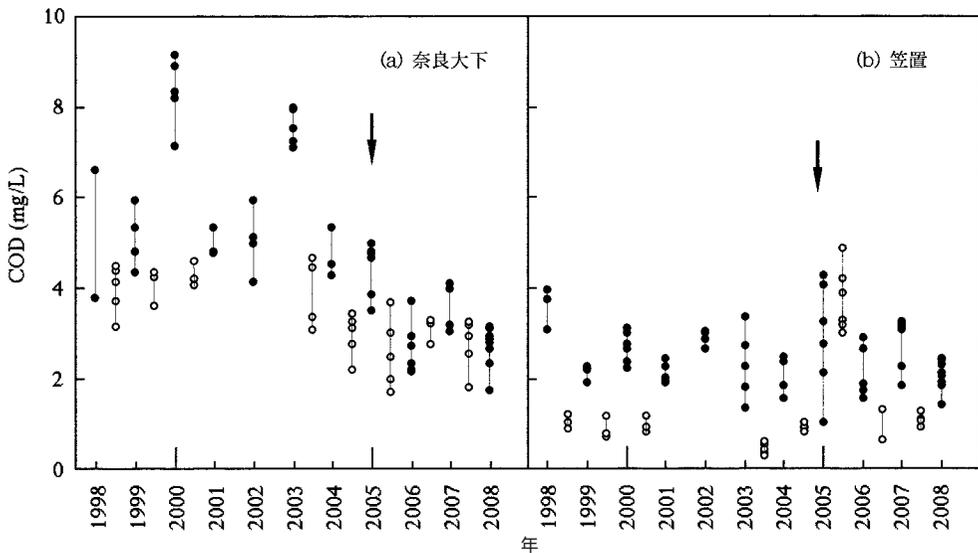


図 - 2 COD値のばらつき

a.奈良大下、b.笠置。 ◯ は前期、 ● は後期を示す。矢印はカリキュラム改訂が行われた2005年度(注1)を示す。

ことを示している。このことは2005年は器具類の破損が多かったことから裏付けられる。

このような状況になった背景には、2005年度から本講義のカリキュラムが改訂され^(注1)、これまで2年次生が大部分であった受講生がほとんど1年次生になったということが大きく影響しているものと思われる。1年次生の場合、入学してまだ大学そのものに慣れないうちに高等学校でもほとんど経験したことのない化学分析が始まるという状況に置かれることになり、努力をして授業に出席してはいるが、授業内容特に実験操作の一つ一つの細かい注意の意味を十分理解できていないのではないかと考えられた。このことは奈良大下の場合でも、笠置の場合でも学生が大学に慣れ落ち着いてくる後期のCOD値の方が前期よりもばらつきが小さくなる傾向があることから推測された。これらのことから講義は2年次生以上を対象に行うのが望ましいと考えられるが、本講義は1年次生から受講可能とされているのでなんらかの対策が必要であった。

そこで、2006年前期からは、2005年度まで行っていた最初にCODの測定の原理をきちんと説明してから分析操作の説明をするという方式から、分析操作に最低限必要な事項のみを説明し、ピペット等の操作法に加えて、分析操作が正しく行われないとどの程度の誤差につながるかを細かく説明し、練習回数をこれまでの2回から3回に変更した。これは受講生にとっては分析の原理の理解はかなり困難で説明を聞いている間に興味を失ってしまい、次の分析操作に関する説明をしっかりと聞かなくなる傾向があるためである。さらに、練習の最初の分析では分析データのばらつきが大きくなりやすい河川の水ではなく、所定濃度に調製した蔞酸溶液を検水として分析することで、共存物質の影響を排除し、分析値のばらつきが大きくならないようにした。また、COD値が既知の試料を用いることで各人の分析操作の正確さを評価できるようにした。CODの意味や測定原理についてはすべての調査地点の分析が終了した段階で説明を行ったが、この方式の方が受講生の理解が深まるようであった。これらの変更を行った結果、2006年、特に後期からはばらつきが小さくなった。この方式を更に徹底することでそれ以降分析結果のばらつきは縮小する傾向にある。従って、受講生の大部分が1年次生の場合であっても、分析操作について、特に、具体的な操作内容を可能な限り細かく説明し、繰り返し練習させることによって受講生を化学分析に馴染ませることで分析結果のばらつきという問題点を克服できると考えられる。

本調査は教養科目の環境論 及び の講義として行った調査であり、様々な制約のもとで行われたものである。様々な制約の中で最も大きなものは時間の制約である。教養科目である関係上規定の講義時間を大幅に超えて調査を実施することは不可能である。また、この講義の受講生は高等学校で化学の授業をほとんど受けていない学生がほとんどであり、実験操作にも全く馴染んでいない。このような制約の中で行われる調査であるので、調査結果の厳密さを求めることは非常に難しい。しかしながら、実際に河川に行って汚濁状況を観察し試料を採取して分析するという体験によって得られる効果は大きい。したがって、大和川の水質汚濁という観点から環境問題を体験を通して実践的に考えるという講義の目的を達成するためには、大和川の水質汚濁の実態を厳密に捕えることに重点を置くのではなく、簡易な方法を用いて限られた時間のなかで大まかな動向を把握することが重要である。このような観点に立って行われた調査であるので、得られた結果はかなりの問題を含んでいる。従って、ここでは得られた結果が公的な機関によって厳密に行われている大和川の水質調査の結果にどの程度対応しているかを中心に考察する。なお、

これらの公的機関の調査結果はCOD値ではなくBOD値であるが、BOD値とCOD値は必ずしも比例しないが大略の傾向は一致するとされているので、我々の得たCOD値と公的機関の発表しているBOD値の経年変化を比較検討する。

2. 奈良県内の大和川水系の水質

各測定地点での分析値は1. で検討したように分析値のばらつきが大きいことに加えて、前期、後期それぞれで1回のみ調査であるため調査時点での一時的な変動を含んでいる。従ってこれらのデータの解釈には十分な注意が必要であり、測定値の変化の傾向を捕らえることに重点を置いた。測定結果を判断するに当たり、肉眼的に見て比較的良好な状態にある白砂川(笠置)を水質判断の基準とした。白砂川の場合、COD値は前期(7月上旬)に高くなり後期(12月上旬)に低くなる現象がはっきりとしていたが(図-2b)後期はCOD値は約1mg/Lであった。白砂川は人家の少ない山間部を流れているが、それでも夏季には肉眼的に見ても少し水質が悪化しているのが感じられる状態になる。そこで、この演習では冬季の状態の良い時に当たるCOD値1mg/Lを一応の基準として大和川水系の調査地点の水質を判断した。調査した5地点での測定結果を測定地点ごとにまとめて示す。

奈良大下(図-3)

奈良大下ではCOD値は全体としてかなり高かった。特に2000年前期には非常に高い値を示したが、1997年前期から2002年までは4~5mg/Lでほぼ一定レベルで推移した。2003年前期は非常

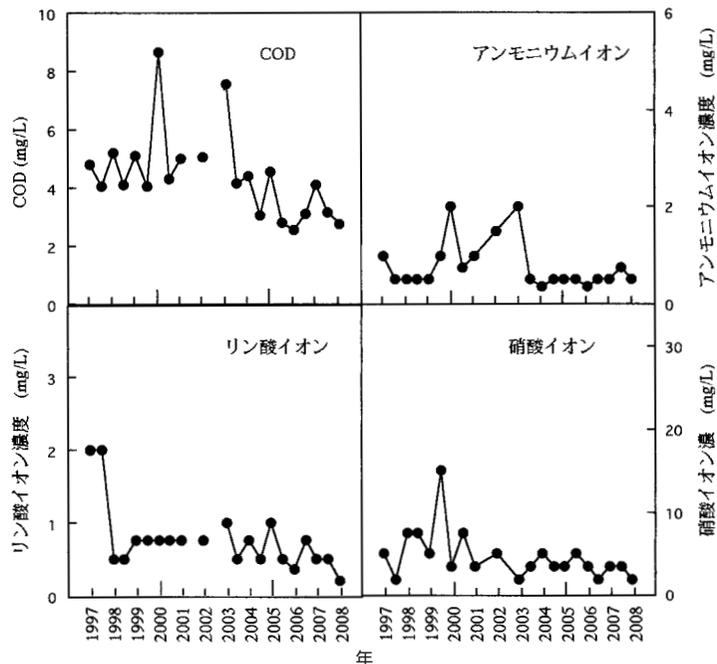


図-3 奈良大下におけるCOD値、アンモニウムイオン濃度、リン酸イオン濃度および硝酸イオン濃度の経年変化

に高い値を示したが、2003年後期以降はCOD値は徐々に減少し2008年前期は2.8mg/Lであった。このCOD値は白砂川の後期（12月上旬）のCOD値1mg/Lと比べるとまだかなり高い値であるが、水質の改善はかなり進んでいると言える値である。

アンモニウムイオン濃度は1997年前期～1999年前期では概ね0.5mg/Lでほぼ一定していたが、1999年後期から2003前期の間はかなり濃度が高くなった。COD値が高い値を示した2000年前期と2003年前期はCODの場合と同様2mg/Lという高い値を示した。また、この間はpHもそれぞれ9.5、8.5で、それ以外の期間が7.5～7.8であったのに対して高い値を示した。2003年後期以降は0.5mg/Lでほぼ一定していた。

これに対して硝酸イオン濃度は年々減少する傾向にあり、2000年頃までは5～7.5mg/L程度でかなり高い値を示したが、その後徐々に減少して2005年前期には3.5mg/Lとなり、2008年前期には2mg/Lとなった。

リン酸イオン濃度は1997年後期と1998年前期にはかなり高い値を示したが、2003年前期までは0.75mg/Lでほぼ一定であった。2003年後期からは徐々に濃度が下がり、2008年前期には0.2mg/Lまで減少した。

これらの結果から奈良大下の水質は1999年後期から2003前期の間はむしろ悪化したが、それ以降は徐々に改善しつつあると考えられる。

西大寺（図 - 4）

西大寺ではCOD値は前期（6月上旬）では高く、後期（10月下旬）に低くなる現象があった。

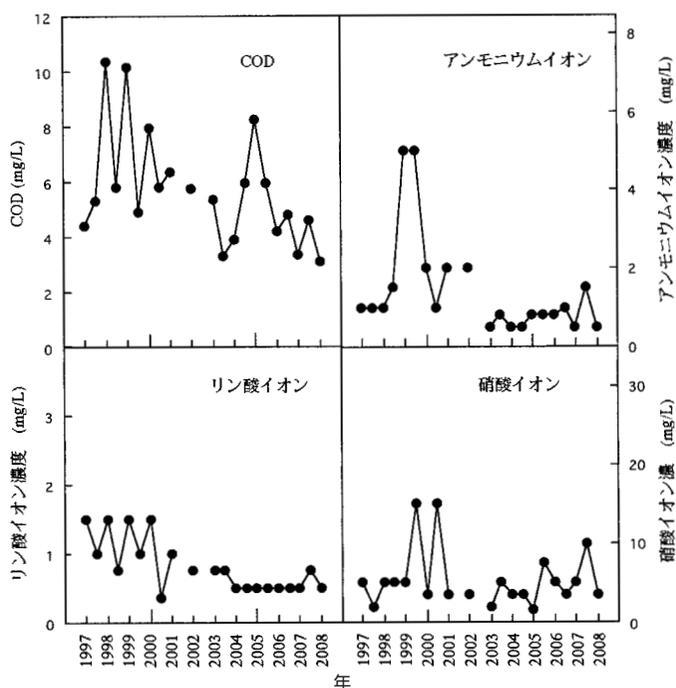


図 - 4 西大寺におけるCOD値、アンモニウムイオン濃度、リン酸イオン濃度および硝酸イオン濃度の経年変化

特に、2000年頃までは前期と後期のCOD値の差は非常に大きかった。COD値は2000年までは後期でも5～6 mg/L前後の高値を示した。この間は前期のCOD値は特に高く、1998年は10.4mg/L、1999年前期、10.1mg/L、2000年前期は7.9mg/Lと非常に高い値であった。2001年ころからはCOD値は徐々に低下した。この間2005年前期には非常に高いCOD値が観測されが、COD値の低下傾向は続き2008年前期には3.1mg/Lとなった。

アンモニウムイオン濃度は1999年前期及び後期に5 mg/Lと非常に高い値を示したが、2002年ころまでは1～2 mg/Lで推移し、2003年以降は0.5mg/L前後に減少した。しかしながら、2005年以降は増加傾向が認められた。

硝酸イオン濃度は1999年後期と2000年後期に15mg/Lと非常に高い値を示した以外は2002年までは3.5～5 mg/Lでほぼ一定していた。しかし、2003年以降は調査時期ごとの変動が大きくなったが、次第に硝酸イオン濃度が高くなる傾向が認められた。

リン酸イオン濃度はアンモニウムイオン濃度の経年変化とよく似た変化を示した。即ち、2000年ころまでは1～1.5mg/Lでほぼ一定であったが2001年からは濃度が下がり始め、2004年前期には0.5mg/Lになった。2004年後期以降は0.5mg/Lで一定していた。

浄化センター北 (図 - 5)

浄化センター北ではCOD値は西大寺の場合同様に前期で高く後期に小さくなる現象があった。前期と後期のCOD値の差は2001年頃までは非常に大きかったが、それ以降はごく小さくなった。COD値は1998年～1999年前期に最も高くなり、1999年後期からは年とともに低下して、2002年頃には

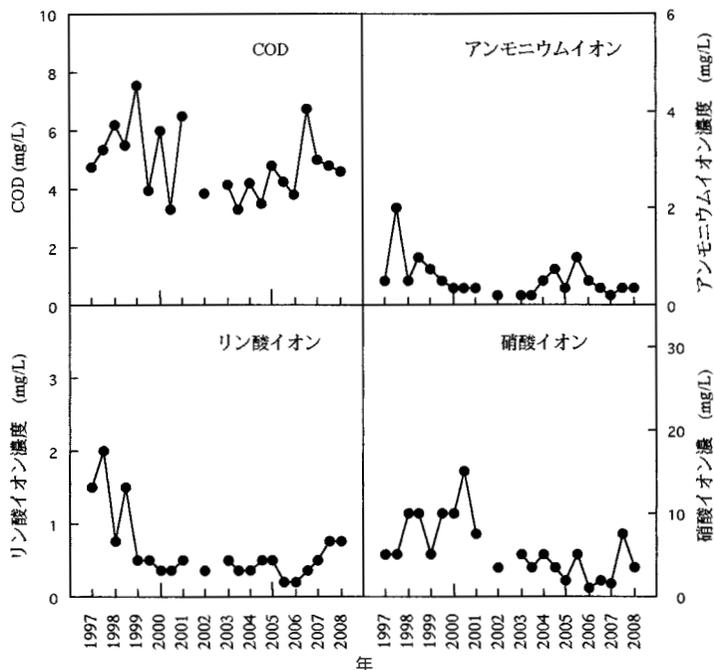


図 - 5 浄化センター北におけるCOD値、アンモニウムイオン濃度、リン酸イオン濃度および硝酸イオン濃度の経年変化

約 4 mg/L となった。COD 値は 2002 年以降 3.5 ~ 4 mg/L で推移していたが、2004 年前期頃からはふたたび上昇し始めた。2006 年後期には大きく上昇し 6.8 mg/L になった。この上昇は一時的なものであったが、2007 年前期以降は 2002 年から 2005 年の水準に比べて約 1 mg/L 高い 4.5 ~ 5 mg/L とかなり水質汚濁の進んだ状態になっている。

アンモニウムイオン濃度は測定を始めた 1997 年以降、年によって変動はあるが、徐々に低下して 2000 年前期には 0.35 mg/L に、2002 年前期には 0.2 mg/L と比較的低いレベルになった。この状態は 2003 年前期まで続いたが、2003 年後期 ~ 2006 年前期の間はアンモニウムイオン濃度の上昇がみられ 2005 年後期には 1 mg/L とかなり高い値になった。2006 年後期以降は 0.2 ~ 0.35 mg/L で推移していた。

硝酸イオン濃度は 2001 年頃まではかなり高く 5 ~ 10 mg/L で推移していたが、2001 年前期からは低下し、2002 年前期 ~ 2004 年後期の間は 3.5 mg/L ~ 5 mg/L、2005 年前期から 1 ~ 2 mg/L になった。しかし、2007 年後期以降は濃度がふたたび上昇していた。

リン酸イオンは調査を開始した 1997 年頃から低下し始め、1999 年には 1.5 ~ 2 mg/L であったものが、1999 年前期には 0.5 mg/L になり、それ以降 0.2 ~ 0.5 mg/L で推移していた。しかし、COD 値の場合と同様 2006 年後期から濃度が上昇し始め 2008 年前期では 0.75 mg/L と高い値になっていた。

浄化センター北では測定を行った COD 値、アンモニウムイオン濃度、硝酸イオン濃度、リン酸濃度の 4 種の測定値は、年に多少の差はあるが同じような傾向を示した。即ち、測定を始めて 2 ~ 3 年間はいずれの測定値も高い値を示したが、1998 年 ~ 1999 年頃に低下が始まり 2001 年頃にはやや低いレベルになって数年間はほぼ一定になった。しかし 2005 年 ~ 2006 年頃にはふたたび各測定値の上昇が始まった。2008 年前期ではこれらの数値は、全体として緩やかな上昇傾向にあった。従って浄化センター北の水質は調査を始めた頃は相当悪い状態であったが、2001 年頃にはやや改善を見たものの 2005 年頃からは再び悪化していること明らかになった。

浄化センター南 (図 - 6)

浄化センター南は大和川の本流に位置する調査地点であるが、奈良大学付近から王寺に至る流れからははずれている。しかし浄化センター南の位置する初瀬川は比較的水質汚濁が少ない川とされているので、佐保川の水質汚濁を考える際の比較試料として、1999 年後期からはこの地点でも調査を開始した。

浄化センター南でも COD 値は 1999 年後期から 2001 年前期の間は前期と後期で差が大きかった。この間前期は約 6 mg/L とかなり高く、後期では 3 ~ 4 mg/L と前期比べるとやや低い値であった。2002 年前期からは年とともに COD 値が低下し 2004 年には前期後期ともに約 3 mg/L になった。しかし 2005 年前期からは COD 値が上昇に転じ 2008 年前期には 4.1 mg/L に達した。その間 2006 年の前期および後期は 5 mg/L を越える高い値が観測された。

アンモニウムイオン濃度は浄化センター北に比べて低く、0.2 ~ 0.35 mg/L で調査をした全ての年にわたって余り変動はなかった。

硝酸イオン濃度は 1999 年後期 ~ 2000 年後期では 5 ~ 10 mg/L と高い値を示したが、2001 年前期からは低下し始め、2002 年前期には 3.5 mg/L になり、それ以降 3.5 mg/L でほぼ一定していたが、2005

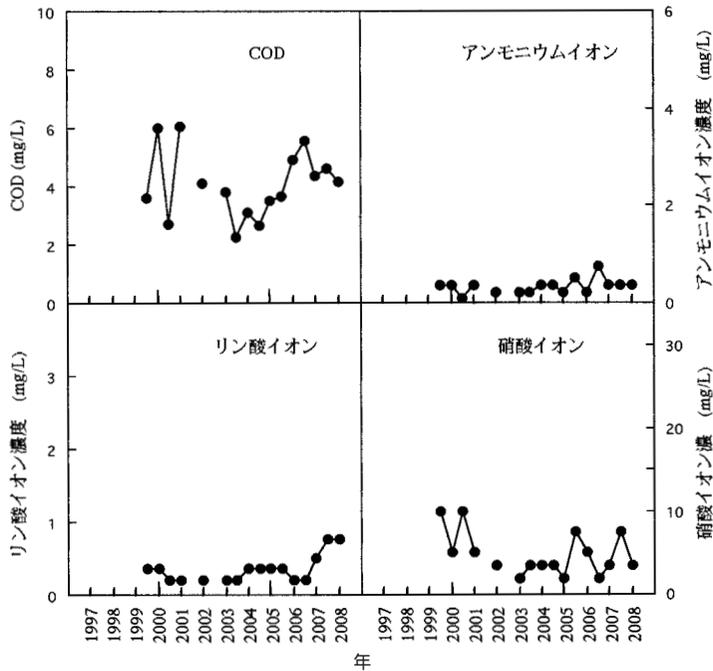


図 - 6 浄化センター南におけるCOD値、アンモニウムイオン濃度、リン酸イオン濃度および硝酸イオン濃度の経年変化

年後期からはやや高くなっていった。

リン酸イオン濃度は調査の開始から0.2mg/L～0.35mg/Lの範囲でほぼ一定していたが、2007年後期からは上昇し2008年前期では0.75mg/Lとやや高い値を示した。

浄化センター南は全体としてCOD値は浄化センター北よりも低かったが、測定を行ったCOD値、硝酸イオン濃度は浄化センター北と同じような変化の傾向を示した。また、アンモニウムイオン濃度とリン酸イオンの場合は調査のはじめから比較的低い値で推移したが、2006～2007年頃からはやや数値が高くなる傾向にあった。これらの結果から浄化センター南の場合も水質浄化センター北の場合と同様、調査を始めた頃は相当悪い状態であったのが、2001年頃からはやや改善を見たものの2005～2006年頃からはふたたび悪化していること明らかになった。

王寺 (図 - 7)

王寺ではCOD値は2001年前期から2003年前期までの間は約5.5mg/Lと高い状態が続いたが、2003年後期にはかなり低下した。しかし2005年は前期は6.5mg/L、後期は5.2mg/Lと高い値を示した。この変化は2005年だけの現象で、2006年前期からはほぼ一定で3.4～4.4mg/Lの範囲の範囲であった。

このCOD値の経年変化のパターンは王寺の上流に当たる浄化センター北とも浄化センター南とも異なっていた。浄化センター北および浄化センター南と王寺の間は奈良盆地を流れる多くの河川が大和川に流入する区間で、比較的大きい河川だけでも寺川、飛鳥川、曾我川、葛城川、高田川、富雄川、竜田川などがある。このため浄化センター北および浄化センター南と王寺のCOD値

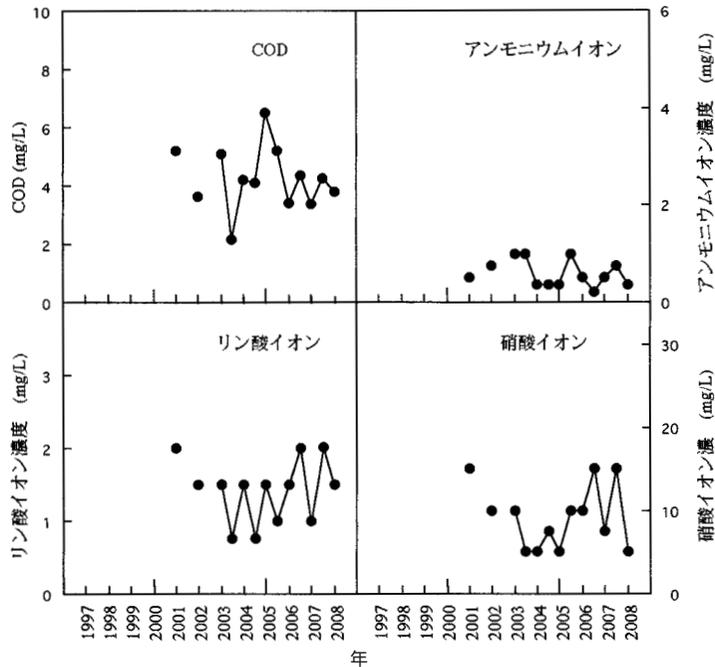


図 - 7 王寺におけるCOD値、アンモニウムイオン濃度、リン酸イオン濃度および硝酸イオン濃度の経年変化

の経年変化のパターンが違っていただけと考えられる。

2005年に王寺でCOD値が特に高くなった現象は王寺の上流にある大和川河川事務所の太子橋（奈良県磯城郡安堵町）観測点でも観測されている⁷⁾。この現象はこの観測点に近く、その上流にある二ヶ所の調査地点、浄化センター北と浄化センター南のいずれでも観測されていない。これらの2ヶ所の調査地点と太子橋との間に流入する河川は寺川だけであるので、この汚濁原因は寺川の汚濁による可能性が高い。

アンモニウムイオン濃度は調査をした期間を通じてあまり変化はなく0.35～1 mg/Lの範囲で変動していた。

硝酸イオン濃度は調査した全期間を通じて常にかなり高い状態にあった。しかし、2001年前期に15mg/L年とともに低下し2003年後期には5 mg/Lとなった。その後2005年前期までは5 mg/Lで推移した。しかし、2005年後期からは、特に後期に増加し2006年、2007年共に15mg/Lと高い値を示した。

リン酸イオン濃度も調査した全期間を通じて高く、2005年までは前期は1.5mg/L、後期は0.75～1 mg/Lでほぼ一定していた。2006年からはそれまでとは逆に前期の方が濃度が高くなるようになったが、2005年までとほぼ同一レベルで推移した。

調査した5地点のCOD値は2000年頃まではいずれの調査地点でも調査を始めて以来2000年頃までは相当高い値を示したが、奈良県内の大和川水系では上流に当たる奈良大下、西大寺（秋篠川）での汚濁度が高かった。特に西大寺では前期（5月中旬）には10mg/Lを越える極めて大きなCOD値が観測された。同時にアンモニウムイオン濃度も高い値を示し汚濁が非常に進んでいることを

示した。これに対して下流部の浄化センター北（佐保川）と浄化センター南（初瀬川）でもCOD値は高かったが、奈良大下や西大寺のCODに比べてやや低い値を示した。これは秋篠川が奈良市西部の人口の多い住宅地を流れる小さい川であるため水量が少なくため汚濁度が高くなっているが、水量が多く川幅の大きい佐保川に入り汚濁物質が希釈されるためであると考えられる。COD値の低下は秋篠川の2地点では2001年以降続いていて、2008年前期に3 mg/L程度にまで低下した。また、浄化センター北や浄化センター南の下流である王寺でもCOD値は2001年に比べて年とともに低下し、2001年前期には約5 mg/LであったCOD値が2008年前期には約3.8mg/Lになった。この調査結果は前期、後期にそれぞれ1回のみ調査の結果であるのでCOD値の変動が大きいものの、大和川のBODが1995年以降急速に低下して来たが1999年と2000年はBOD値が少し上昇し、2001年以降はBODは少しずつ低下しているという大和川河川事務所の調査結果にほぼ一致している⁸⁾。この結果は大和川全体（奈良県内と大阪府内の8カ所の調査地点の平均値）のBODの平均値の動きであるが、奈良県が西大寺の約3 km下流の秋篠川流末で行っている調査（図 - 8）でも同様にBOD値が、年度によって変動はあるが全体として低下し続けているという我々の調査と大体同じような結果が得られている^{3,4,8)}。奈良大下ではCOD値の低下とともにアンモニウムイオン、硝酸イオン、リン酸イオン濃度はいずれも低下しており水質の改善が続くことが予想されるが、西大寺ではCOD値は低下しているもののアンモニウムイオンや硝酸イオンの濃度が2005年以降上昇しており注意して監視していく必要がある。また、王寺ではCOD値の大きさに対して硝酸イオンとリン酸イオンの濃度が他の4地点に比べてかなり高かった。大和川には浄化センター

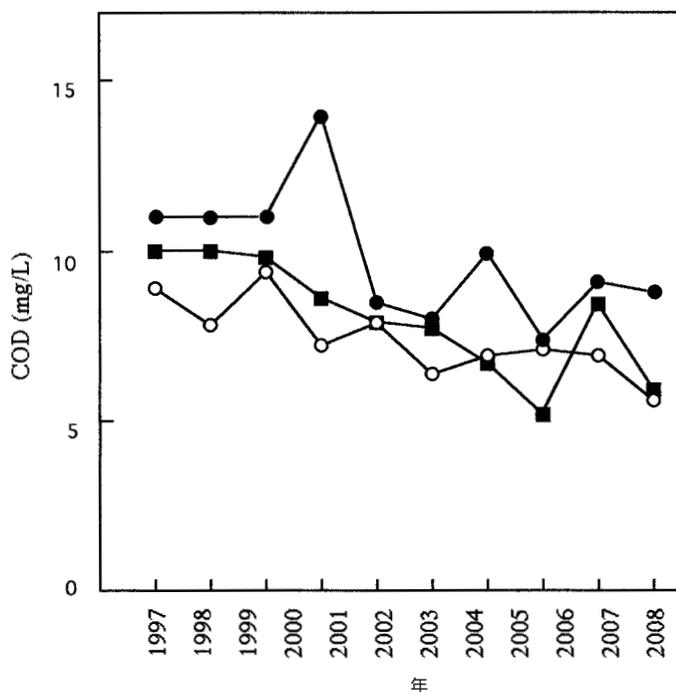


図 - 8 大和川のBOD値の経年変化（奈良県の調査による）
秋篠川流末、佐保川、藤井 BOD値は75%値（環境白書³⁾より作成）

北や浄化センター南と王寺の間で奈良県浄化センターから放流される処理水が流入している。この処理水のCOD値は約5 mg/Lであるが、硝酸イオン濃度20mg/L、リン酸イオン濃度2 mg/Lとかなり高くその影響で王寺の硝酸イオン、リン酸イオン濃度が高くなっていると考えられる。

浄化センター北と浄化センター南ではCOD値は同じような経年変化を示した。2003～2004年頃までは他の調査地点と同様に低下し水質の改善を示したが、その後COD値はむしろ高くなっておりふたたび汚濁が進んでいることを示している。その結果COD値で見た場合、奈良大下や佐保川よりも浄化センター北の方が水質汚濁が進んでいる状態となっていると考えられる。奈良県の調査でも浄化センター北（奈良県の調査地点は額田部高橋で浄化センター北とほぼ同じ地点）のBOD値は1997年以降の低下が続いていることが観測されており我々の調査結果とほぼ一致しているが、2004年以降もBODは低下しており不一致が見られる^{3,4)}。理由は不明であり検討が必要であるが、これらの両地点ではCOD値の上昇に伴って硝酸イオンとリン酸イオンの濃度が上昇して来ており水質悪化を裏付けていること、他の地点での測定結果がおおむね一致していたことから、測定の技術的な問題ではなくCODの測定で検出される物質の割合が増えているためではないかと考えられる。

2005年に王寺の上流にある大和川河川事務所の太子橋（奈良県磯城郡安堵町）観測点や藤井で観測されたCOD値が特に高くなった現象^{7,9)}を王寺でも観測した。この現象は2005年のみのことであったが、1年に2回だけの調査であっても、1年程度続く現象であれば観測できる可能性が高いことを示している。

この調査で用いている調査方法はごく簡略化された分析方法であるが、それでも大和川の水質汚濁の大まかな動向を把握することができ、講義の受講生に実際に水質調査を行うことによって環境問題について関心と理解を深めるといふ講義の目的には有用であると考えられる。調査結果は調査を行った時点での一時的な変動を強く反映しているため、その時に得られた数値のみで水質を考えると河川の平常的な状態とは異なった判断をしてしまうことになる可能性が高い。従って講義の目的を達成するためには、実際に調査を行うことによって受講生の意識と関心を高め、得られたデータは毎年蓄積していくこととこれまでに蓄積されてきたデータや公的な機関による調査の結果などを合わせて、経年変化に重点を置いていて解釈することが最も有効な方法であると考えられる。また、長期に渡るデータの蓄積という点を考えるとあまり方法に変更を加えないで、十分な注意のもとに結果を解釈するのが良いと考えられる。従って環境論Ⅶ、環境論Ⅷの講義では今後ともこの方法で調査を続けることが必要と考えられる。

注

1. 本学教養部のカリキュラムの改訂が行われたのは2004年度入学生からであるが、環境論ⅦとⅧについては2年次生以上という制限を設けていたため2004年度を受講者は前期後期とも全て2年次生以上である。この制限は2005年度入学生からは撤廃されたため2005年度からの受講生はほとんど1年次生となった。本文中では環境論 と環境論 に関するカリキュラム改訂は2005年度からとする。

文献

- 1 . 国土交通省近畿地方整備局大和川河川事務所記者発表資料、大和川の水質報告(平成19年8月) 2007年9月20日、<http://www.yamato.kkr.mlit.go.jp/YKNET/pr/20070920/20070920.html>
- 2 . 国土交通省近畿地方整備局 大和川河川事務所ホームページ、
http://www.yamato.kkr.mlit.go.jp/YKNET/knowledge/know_08_01.html
- 3 . 奈良県生活環境部環境政策課、平成10～17年度版環境白書、p.135、
- 4 . 奈良県生活環境部環境政策課、平成18～19年度版環境白書、p.63
- 5 . 倉治守、環境科学概論、P.169-170、1982年、共立出版
- 6 . 兵庫県立大学環境人間学部オンライン実験書、4.2化学的酸素要求量、
<http://www.shse.u-hyogo.ac.jp/kumagai/>
- 7 . 国土交通省近畿地方整備局配付資料、平成18年4月28日、
<http://www.yamato.kkr.mlit.go.jp/YKNET/pr/20060501/20060428-1.pdf>
- 8 . 国土交通省近畿地方整備局配付資料、2007年2月17日
<http://www.yamato.kkr.mlit.go.jp/YKNET/pr/20060212/20060217.pdf>
- 9 . 奈良県生活環境部環境政策課、平成14年度版環境白書、p 135

SUMMARY

The analysis of eleven-years data of the field study of Yamato River System by the students of Environmental Science and Environmental showed the followings.

1. Chemical analyses of water quality like COD and Packtests should be done as following sequence to obtain better results: first; detailed explanation of practical ways of analyses; second, analysis of the samples of all sampling points and at the last; explanations of the meanings and principles of the analyses.
2. The method used for the measurement of COD was simplified one due to the limited time available in the class time and the poor knowledge and experience of the students on chemical analysis. However, the results obtained by this method reflected the water quality of Yamato River System and fit for the educational purpose of the class "think the water quality and environment of Yamato River System".
3. The water quality of Yamato River System has been improved gradually from the beginning of this study of the year 1997. However, The water qualities of Purification Center North and Purification Center South were getting worth from about year 2004.