

CIFER・コア大学連合共通教育プログラム「大阪湾の環境と再生」を受講しました

CIFER・コア大学連合では、平成26年9月2日から4日に共通教育プログラムを開講しました。事務局では、フィールドワークを中心に、講義を学生さん達とともに受講させていただきました。講義を受けるのは久しぶりで緊張しましたが、睡魔に襲われることもなく、興味深く聞かせていただきました。

専門的な見地からのご報告は別途あるかもしれませんが、印象に残った点を中心にご報告します。

教員：大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻	西田修三 教授
地球総合工学専攻	入江政安 准教授
地球総合工学専攻	中谷祐介 助教
大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻	矢持 進 教授
都市系専攻	重松孝昌 教授
都市系専攻	遠藤 徹 講師
大阪府立大学大学院工学研究科現代システム科学域	大塚耕司 教授
海洋システム工学分野	黒田桂菜 助教

受講生：大阪大学、大阪市立大学、大阪府立大学の大学院生等 25名（3班に分かれて行動）。

9月2日（火） 10:00～12:30 「大阪湾の流動と環境」

場所：大阪府港湾局堺港湾事務所会議室、旅客船兼監督船「はまでら」

講義：「大阪湾の流動と環境」 大阪大学大学院 西田修三 教授

(1)大阪湾の水環境の現状

○COD は、ここ 10 年間の大阪湾の水質は約 3mg/l で瀬戸内海平均の 2mg/l より高いものの、近年、大阪湾では改善傾向にあるのに、瀬戸内海平均はやや上昇気味である。

○大阪湾は、浅場が 5%程度で東京湾・伊勢湾に比べてと少なく、干潟は 0.1%でこれも少ない。

○大阪湾では戦後だけでも浅海域や自然海岸の 14%が埋め立てられており、30年代と00年で地形条件だけを変えてシミュレーションすると拡散能力が低下していることがわかる。

埋立てにより湾の海水量が少なくなり、明石、友ヶ島の海峡を通過する流量が少なくなり、これが水質にも影響する。

○大阪湾への COD 流入負荷量と総漁獲量の経年変化を見ると、流入負荷両のピークは 70 年代、総漁獲量のピークは 80 年代でタイムラグがある。



(2)大阪湾の水環境課題

○課題としては、「浚渫窪地の埋戻し」、「ノリの色落ち減少」、「健全な栄養塩循環と生態系の再生」がある。

埋戻しでは、砂だけでなくスラグや石炭灰の利用も検討されており、北泊地はその一事例である。ノリの色落ち対策では、冬季に下水処理場で高度処理せずに窒素の多い排水放流が試みられている。

○中央環境審議会の瀬戸内海部会は、環境保全・再生の基本的な考え方として4項目を掲げている。①きめ細やかな水質管理、②底質環境の改善、③沿岸域における良好な環境の保全・再生・創出、④科学的データの蓄積及び順応的管理のプロセスの導入

○大阪湾では国交省近畿地方整備局が2010年4月から13カ所の定点で水質自動観測を実施しており、Web上で情報公開している。このように密度の高い自動観測を実施しているのは、大阪湾だけであり、我々の働きかけの成果であるが、水質だけでなく流速の把握も必要である。

講義：大阪大学大学院 入江政安 准教授

「大阪湾における水環境シミュレーション」

○大阪湾（面積1,450km²）は、東京湾（1,380 km²）より大きく、伊勢湾（2,130km²）よりも小さいが、最大の違いは開口部が2カ所あり、それが狭いことである。これが大阪湾のシミュレーションを困難にしている。



13:30～16:00 フィールドワーク I

大阪府港湾局の旅客船兼監督船「はまでら」（36トン）に乗船し、堺航路を出て、「海とのふれあい広場」沖の人工干潟を眺め、北泊地に入る。この間、堺港湾事務所の廣瀬所長から港湾内施設の説明を受ける。

泊地内の近畿地方整備局の水質測定所近傍からほぼ西側岸壁近くまで5地点の上・下層で採水・採泥当実施。さらに堺7-3区北側の泊地内でもサンプリングし、計6カ所で調査。

「はまでら」の後部甲板は比較的広いものの、指導教員と学生1班が集まると手狭。そんな場所で、西田教授、入江准教授、中谷祐介助教が採水器具とクロロテック等の測定器具の使い方を教えながら、採水・測定を進めていく。採泥は、底質の関係なのか、しゃぶしゃぶの泥でうまく採取できず。

この日は日差しが強くなく、海上は静穏だったので、船酔いする人もなく無事に帰港。

学生さんは、早速、持ち帰ったデータの整理にとりかかる。



9月3日(水) 9:30~16:30 「大阪湾の生物と環境」

場所：大阪南港野鳥園展望塔研修室と野鳥園フィールド

南港野鳥園の概要：83年9月開園、施設面積19.3ha、湿地部12.8ha、緑地部6.5ha

大阪市立大学大学院 矢持 進 教授

9:40~12:00 フィールドワークⅡ（基礎生産量測定：採水・採泥等）

現在は閉園されている大阪南港野鳥園の展望塔1階会議室に集合し、フィールドワーク作業についての説明を受けた後、園内の柵を開いて池や湿地のあるエリアに入る。長く人が出入りしていないせいか、つる性植物や堆積した落葉で歩きにくい道を進む。名前は知らないが、オクラのような感じの黄色い花が数輪咲いていた。

すぐ左手に南池が見え、大きなサギを2羽見かける。もっと目に入る鳥類がいてもよさそうに思ったが、夏なのでこんなものなのかもしれない。西池との間の道を西側へまっすぐ進むと、途中で南池と西池を結ぶ樋門があった。それを越して突き当たりを右手にとって、大阪湾から西池への導水管まで行く。

導水管は直径50~60cmの鋼管パイプ6本で構成されている。矢持先生の話では、ここを最大毎秒1.3m³の海水が通過する。導水管は南池にも2本あり、これらが野鳥園の池・湿地への汚濁負荷の流入・流出源で、この他には降雨が入り、鳥類により干潟の生物等が持ち出される。

野鳥園は閉鎖的な生態系を構成していることがよく理解できた。

西池導水管付近で器具を広げて調査開始。3班それぞれが岸近くで、小石が出来るだけはいらないように泥を採取。それを4本の孵卵瓶に0.5g程度ずつ秤量しながら入れて、海水を入れ、溶存酸素を測り、泥を採取した岸近くに吊るす。この際、4本のうち2本はアルミ箔を巻いて遮光し、一定時間後に遮光していないものと遮光したものの溶存酸素を測定し、両者の差から基礎生産量を測定することになる。当たり前のことながら、地道な手間のかかる作業の積み重ねが研究レポートにつながっていることを知る。



13:30~14:30 講義「大阪湾の生物と環境」 大阪市立大学大学院 矢持 進 教授
生態系工学の概説、大阪湾水系における水域への環境負荷と環境再生

○配布資料にあるとおり、生態系はピラミッド構造をしており、藻類等の基礎生産者、貝やゴカイ等の一次消費者、魚等の二次消費者がいて、ヒトなどの三次消費者が頂点にいる。このうち最底辺の基礎生産者として懸濁状態の底生微細藻類がいてアサリ等がこれを食している。

○午前中にセットした基礎生産量の概念は資料に図として示している。基礎生産と二次生産の関係をみると、世界の海では基礎生産の 1/10 が次の栄養段階に移行するが、大阪湾ではこの移行の効率が悪い。

○大阪湾では湾口ほど T-N に占める難分解性 N の割合が高く、結果的に植物に取り込まれにくい。

○24 時間の半数致死飽和酸素濃度では、ヒラメやマコガレイは低く、ヨシエビ、シャコの順に耐性が大。溶存酸素は稚仔魚を対象に基準を設定すべき。

○野鳥園北池で N 収支を調査すると、 $0.1\text{g}/\text{m}^3/\text{日}$ の N をストックしており、一日当たり 1,000 人分の N を浄化していることになる。

○アオサによるグリーンタイド問題は、干出と淡水供給で抑制できる。

○この野鳥園を生態系サービスの観点から評価すると、生物生息、水質浄化、環境教育、景観・散策の場ということになる。

○なお P の挙動についてのご質問があったが、P は吸着されるので N のように検討しにくい。

○人間の関与が環境を保全している事例として、和歌山県の和歌川河口干潟（約 70ha）と排水機場の事例を解説。

○大和川のアユについて

・2012 年には 1 分間に 300 匹が遡上しており、年間 1,000~2,000 万匹が大阪湾に供給されている。

・大阪市立大学のすぐ南の大和川にもアユの産卵場所がある。

・アユは耳石のストロンチウム濃度で履歴がわかる。柏原で捕獲した調査では、天然アユの割合は 74~93%であった。

・昨日の講義で、ノリ落ちを防ぐために冬季には下水処理場の高度処理をせずに放流するという話があった。しかし、遊離アンモニアが $0.24\text{mg}/\text{l}$ あるとアユの半数が死ぬので、放流水の問題は、ノリ、アユなど観点を広げて検討することが必要である。



14:30 から基礎生産量測定装置を回収するとともに、プランクトンを採取し、基礎生産量の推定とプランクトン顕微鏡観察を実施。

このため、胴長を着用した学生が明暗瓶回収等のために、午前中にセットした場所に行き、潮が満ちているので腰辺りまで入って作業しているのを展望塔の高倍率双眼鏡からウォッチする。

9月4日(木) 10:00~11:30 「大阪湾の環境再生」

場所：大阪府立大学 A6 棟 301A 教室

10:00~11:30 講義「大阪湾の環境再生」 大阪府立大学大学院 大塚 耕司 教授

閉鎖性海域の環境悪化の原因と環境修復の戦略、りんくう公園内海の環境浄化機能、生態系モデリングの基礎とりんくう公園内海への応用

○過栄養化した閉鎖性海域では、赤潮、青潮、Green Tide などの環境問題が起きている。その物理的・化学的・生物学的な原因をきちんと把握する必要がある（診断）。

○環境修復を行うには、環境悪化の主原因に最も効果的な対策を考える必要がある（処方箋）。

○環境修復の方針が決まれば、それに対応する環境修復技術を適用する（治療）。これら一連の手順を環境修復の戦略としてまとめる。

○環境修復技術にはさまざまなものがあるが、その一例として透過性の堤体で仕切られた人工の干潟であるりんくう公園内海をとりあげる。

○りんくう公園内海の環境浄化機能について、生態系モデルの構築、現地調査・モニタリング、生物実験からなる生態系モデリングアプローチを行い、堤体のフィルタリングや礫間接触参加効果、内海に生育する海藻による栄養塩固定効果ならびに酸素供給効果等を明らかにした。しかし、海藻が枯死して海底に堆積すると、貧酸素水界の形成や栄養塩の再溶出などの問題が生じることがわかった。

○生態系モデルの基礎として、ロジスティック方程式、海藻の光合成モデル等を解説する。

○生態系モデルの応用例として、りんくう公園内海のモデルを紹介する。シミュレーションの結果から、公園建設直後は炭素固定効果、栄養塩固定効果があるものの、数年後にはそれらの効果が失われることがわかった。機能を維持するためには、バイオマスの系外除去が必要である。

○生態系モデルは万能ではない。その強みを生かし、限界を十分理解したうえで使用することが肝要である。



12:30~15:00 ワークショップ

大阪湾の環境再生のための提案について各チームで話し合い、プレゼンテーションのためにパワーポイント資料を作成した。



15:00~17:15 発表会（各チーム 15 分発表、その後総合討論）

A チームは「エネルギー特区大阪湾」、B チームは「湾奥から始める環境再生」、C チームは「大阪湾に取って望ましい環境再生」と題する発表があった。準備期間が短いために、各チームとも消化不良気味の発表であり、持ち時間 15 分に対して、数分残して終了した。それでも、それなりに発表するのはやはり大学院生である。

発表終了後は総合討論。まず、他のチームにももの申すとして学生同士の質疑応答があり、その後、教員から鋭い指摘が出された。

最後は、大塚教授が締めくくり、3 日間の共通教育プログラムが無事に終了した。



〈ある受講者の感想〉

○今回、3 大学の海に関わるものの専攻分野が異なる院生が海の現状・課題や調査に関する共通教育プログラムを受講している姿を見て、偉そうなことを言いますが、若い頃から知り合いになり多角的な視点から海のメカニズム解明や環境保全に取り組んでいくことができれば頼もしいと感じた。

○教員に聞くと、このようなフィールド体験は初めての学生が多いらしく、器具をすんなり操作できない中、西田教授は学生に教えつつサンプル持帰り用のポリ瓶を取りに走るなど文字どおり甲板上を動き回っておられた。

○入江先生のお話は私には難しいが、淀川流量の増加による DO、北東・南西風連吹時の流動構造・水質分布等、興味深い現象をシミュレーションで解説されているものと受け止めた。

○水質調査で使用していたクロロテックは、水深、水温、塩分、クロロフィル、濁度、溶存酸素等を自動測定する優れたもので、恥ずかしながら、こんな便利なものがあることを初めて知った。日頃、水質データを眺めることはあるものの、実際のサンプリング作業がこんなに忙しいものとは思わなかった。今後、データを見るときはこの様子を思い出すことだろう。

○矢持先生の講義で、底生微細生物が生態系ピラミッドの中で重要な位置を占めていることを知った。また、試料採取中に矢持先生が次々と明暗瓶の DO 測定をするなど活躍されていた。

○野鳥園は閉鎖された生態系であり、窒素収支の研究など矢持先生の絶好のフィールドである。しかし、閉園されて一般市民が立ち入りできないことがもったいなくて残念な気がする。そんな中でも、展望塔 2 階の観察室には大きなホワイトボードがあり、そこには今でも日々の観察結果が書き込まれていたため、野鳥園での地道な観察が誰かの手により継続されていることを知った。

また、西池の先端部から東方向を臨むと、森のような緑の向こうに南港のビル群が見え、立入り場所の制限はあると思うが、生態系サービスの景観・散策にもうってつけの場所だと思った。

○「海とのふれあい広場」のすぐ西にある人工干潟は工事用の通路もなくなり、オイルフェンスで囲まれているので入ることはできないが、水没しない場所では雑草がかなり繁茂していた。どのように変化する

のか楽しみで継続的な調査をしてほしいものだ。

○いつもは堺浜から北泊地を眺め、砂浜があることを感じていたが、泊地の西側で船上から堺浜を眺めると、砂浜は細い線にしか見えない。市民に利用していただくためにもっと大きくしたいものだ。

〈番外編〉

すべての共通教育プログラムの終了後、大阪府立大学内の「シエル」において、懇親会が開催された。3日間の講義から開放されたうれしさの顔があった。異なる3大学の学生さん達で情報交換をする様子も見受けられた。

