

(3) 能生川の環境調査

1) 能生川の水質調査・生物相調査

1	実証講座名	能生川の環境調査①
2	連携先および 講師名	東京学芸大学環境教育研究センター 田代 拓、河西貴史、高榮晋平
3	実施日時	平成28年7月14日(木) 4～6限(3コマ)
4	実施場所	能生川流域 白山大橋頭首工周辺
5	受講者	海洋創造コース2年
6	受講人数	19名
7	授業科目名	海洋環境、海と陸の建設工事
8	実施の概要	連携先との協働による水質調査、生物相調査
9	効果および ねらい	調査活動をとおして、河川を遡上・降下する生物の生態を理解する。 地域の環境の状態およびその測定方法を理解することで、資源の増大や 保全に向けた取り組みを企画・立案できるようになる。
10	実施内容	<p>(1) 物理環境調査</p> <p>① 水温(水温計を用いて測定を行った。)</p> <p>② 水深(スタッフを用いて測定を行った。)</p> <p>③ 透視度(透視度計を用いて河川水を採水し測定を行った。)</p> <p>④ 流速(KENEK電子流速計を用いて測定を行った。)</p> <p>⑤ 溶存酸素(CHEMets測定キットを用いて測定を行った。)</p> <p>⑥ 水質測定(共立理科パックテストを用いて測定を行った。)</p> <p>測定項目 【COD、NH₄、NO₂、NO₃、SiO₂、PO₄】</p> <p>(2) 生物相調査</p> <p>① たも網を用いて指標生物の確認を行った。</p> <p>② アユ、アユカケなど回遊魚の観察を行った。</p> <p>(3) 河川構造物の観察</p> <p>① 砂防堰堤および頭首工の観察を行い、役割について確認した。</p> <p>② 階段式魚道の観察を行い、回遊魚の遡上について考察した。</p> <p>(4) 外部講師による生物調査の総括</p>
11	講座の内容	水質パックテストを行っている場面では班ごとに測定する場所を決め、水温や水深、透明度、水質などを測定した(写真1)。溶存酸素などは顕著な違いが見られたがその他項目では違いが見られなかった。

写真1
測定の様子1



能生川内でも異なる環境があり、生徒は違いを見つけようとしていた（写真2）。

写真2
測定の様子2



流速および透明度の測定を行っている場面では機器の扱いなどにも生徒が慣れ始めると、様々な場所で測定を行っていた。特にたまり水と流れている水の2つを測定し、比較している班も確認できた（写真3、4）。

写真3
測定の様子3



写真4
透視度測定



たも網の使い方のコツなどを教わると生徒も多くの生物を捕まえられるようになった（写真5）。流れの方向と逆に網を向け石をめくり、足で河床を崩すと、水生昆虫や魚類など多様な生物が採れ、それが何という生物なのかを確認していた。バットに生物を移し、同定作業を行った（写真6）



写真5
採捕の様子



写真6
生物相調査

約45分の採捕の結果、アユ、アユカケなどの回遊魚やヘビトンボ、各種カワゲラ、カゲロウ、トビケラなどの水質に関する指標生物を確認することができた。採捕した生物は講師による解説の後、河川へ放流している。

アユカケ（写真7）は、カサゴ目カジカ科に属する日本固有種の魚である。アユやサケなどと同じく回遊を行う。環境省レッドデータブックに記載され絶滅が危惧される種でもあり、環境の良さとの関係を考察した。また、階段式の魚道を遊泳能力が低いカジカ科の生物は登れるのかといった話も生徒の間で話し合われていた。サケやアユ以外にも構造物と深い関係を持つ生物として有用な教材となり得る。その後の授業において環境問題と河川環境の関係を考察する材料となる可能性がある。



写真7
アユカケ

短時間の採捕でもアユの生息を確認することができた（写真8）。



写真8
アユ

外部講師による総括では、指標生物が何を表しているのか、能生川の環境がどのようなものであるかを実習の結果（表）をもとに総括して頂いた。生徒も河川と海洋のつながりに関して、構造物などとも関連付けた理解が促されたようである。河川の上流から下流へのつながり、また下流から上流へのつながりを物理環境、生物をとおして学ぶことができた（写真9）。

写真9
総括の様子



表1 観測結果

	1班	2班	3班	4班
天気	曇り	曇り	曇り	曇り
水温	21°C	21°C	24°C	23°C
川幅		35-40m	50m	50m
生物採取場所	堰堤のそば	能生川中央	コンクリ塊の岸側	岸の側のたまりば
採取水深	80cm	15cm	26cm	40.5cm
流速(m/秒)	96.0m/s	45.0m/s	97.9m/s	54.0m/s
川底の状態	石ごろごろ、てのひらくらいの石、石がたくさん			
にごり、におい		にごっていた	無臭	
その他の生物	アユカケ、ヘビトンボ、アユ、アメンボ、カゲロウ			
詳細な場所	前日の雨でにごり、水深深い、			
透視度		36.8cm	31cm	
COD (mg/L)	6	4	4	6~8
溶存酸素(ppm)	8	9	5	4~5 (流れ無)
NH4 :アンモニア	ND	ND	0.2	ND
NO2 :亜硝酸	ND	ND	ND	ND
NO3 :硝酸	ND	ND	ND	ND
PO4 :リン酸	0.1	ND	0.02	0.05-0.1
SiO2 :ケイ素	ND	ND	ND	ND

12 効果の検証
および課題

生徒に実習の結果を小レポートとしてまとめさせる活動を行った。生徒が実習を受け、得られたデータより何を考え、今後の学習に繋げているかを把握することを目的としている。

CODやDOを生物が生きていける条件、栄養塩類を豊かな川や海を育む物質としてまとめている生徒が多数を占める。また、指標生物を4段階

	<p>で河川の水質を測定する基準として用いることへの理解は達成できた。海洋環境の教科書の内容にも関連付け実習を行えた。生徒が実習をとおして考えたことや感じたこと、今後取り組みたいことを整理するとアユカケなどの珍しい魚種がいたことへの驚きやそれが生息する河川環境を保全したいなどが挙げられる。その他にたくさんの種類の魚、水生昆虫が確認でき、能生川の河川環境がきれいであると実感を伴った理解が促された記述が多く見かけられた。一部では魚道などの河川構造物への興味を持ったという記述もあり、より魚が登れる魚道にするためにはどうすればいいか、本当に魚が登れるのかを調べたいという意見も一定数ある。今後検証したい内容としては、雨が降った影響があるか（栄養塩量が降雨の前後で変化するか）、より上流との環境の違いを調査したいなどが挙げられる。</p> <p>本実証講座における課題として、</p> <ol style="list-style-type: none">① 生物などの目に見える指標と異なり数値として測定されたデータは数回測定を行った後の比較を行わなければ解釈が難しい。単一のデータのみだと環境情報として扱いが難しいと考えられる。今後の講座で測定した数値解釈へのフォローが求められる。② 前日の降雨など気候の影響を強く受け、今回の講座では水量、流速ともに大きかった。安全面でのライフジャケットの徹底など管理面での課題がある。③ 測定する物理環境の項目が多いことが挙げられる。今後継続的に実施するならばアユの生息と関連が深い項目（水温、流速、DO）などに項目を絞り、継続した調査を行う方が生徒もデータの扱いや解釈に混乱が生じないはずである。加えて河床の状態（河床間隙や浮き石の数を、コドラートを用いて測定する活動や造網性トビケラを採捕し造網係数）を調べ、河川の攪乱の程度を把握するなどの活動がアユと環境の関係を考察し、資源の増大のための活動として期待できる。
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2) 能生川の生物相・河床底質の調査

1	実証講座名	能生川の環境調査②
2	連携先および 講師名	東京学芸大学環境教育研究センター 田代 拓、高榮晋平
3	実施日時	平成28年11月17日(水) 4～6限(3コマ)
4	実施場所	能生川流域、白山大橋、能生川三ヶ能生用水路-頭首工周辺
5	受講者	海洋創造コース2年
6	受講人数	19名
7	授業科目名	海洋環境、海と陸の建設工事
8	実施の概要	連携先との協働による生物相、河床底質の調査
9	効果および ねらい	調査活動を通して、河川の生物相の季節変化を確認し、河川横断構造物の上流部と下流部の物理環境を比較することで、資源の増大や保全に向けた取り組みを考察・企画立案できるようになる。
10	実施内容	<p>① 物理環境調査(頭首工の上流部・下流部・流心付近・護岸付近)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水温(水温計を用いて測定を行った。) ・水深(スタッフを用いて測定を行った。) ・流速(流速計の不調により、目視、浮遊物を用いて測定を行った。) ・底質(目視により浮き石、沈み石、粒度の確認を行った。) <p>② 生物相調査(頭首工の上流部・下流部・流心付近・護岸付近)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タモ網、サデ網を用いて指標生物の確認を行った。 ・水生昆虫、魚類の観察を行った。 ・構造物付近に漂着していたサケの死骸を確認した。 <p>③ 白山大橋からの河川環境の観察</p> <ul style="list-style-type: none"> ・瀬、淵、ワンドといった河川特有の環境を確認した。 ・氾濫原やコンクリート護岸などの観察を行い、役割を確認した。
11	講座の内容	 <p>写真1 砂泥質の河床を確認している様子</p>

物理環境調査を行っている場面では4つの班に分けた。頭首工の上流部、下流部、流心付近、護岸付近の4パターンに分け水温や底質の調査を行った（写真1、2）。

上流部では沈み石が多く、土砂が砂泥・シルト質であり河床間隙が著しく少ない。流速も下流部と比較して遅い。生物としては、ヨシノボリ、コオイムシが確認された。



写真2
生物相の確認
の様子

河川横断構造物の上流部でも生徒がカジカを採捕した。能生川に設置してある魚道をカジカなどは利用できていることが考察された（写真3）。



写真3
採捕したカジ
カ

外部連携による専門家から河川に生息している昆虫に関して話を聞いている様子である。フィールドノートを取りつつ後日レポートにまとめた（写真4）。



写真4
水生昆虫に関する話を聞いている様子

流量が多く、天候が悪い状況ではあったが生徒はそれぞれ調査を行っていた。季節変化による河川環境の違いを考察していた（写真5）。



写真5
水深を測定している様子

夏季に学習したタモ網の使い方に加えて、サデ網による採捕の方法を学習した（写真6）。



写真6
サデ網の使用
方法について

構造物付近に漂着していたサケ（写真7）を確認。「構造物を登れなかったサケなのか？」など、生徒は河川環境の改変と生物の関係を考察した。

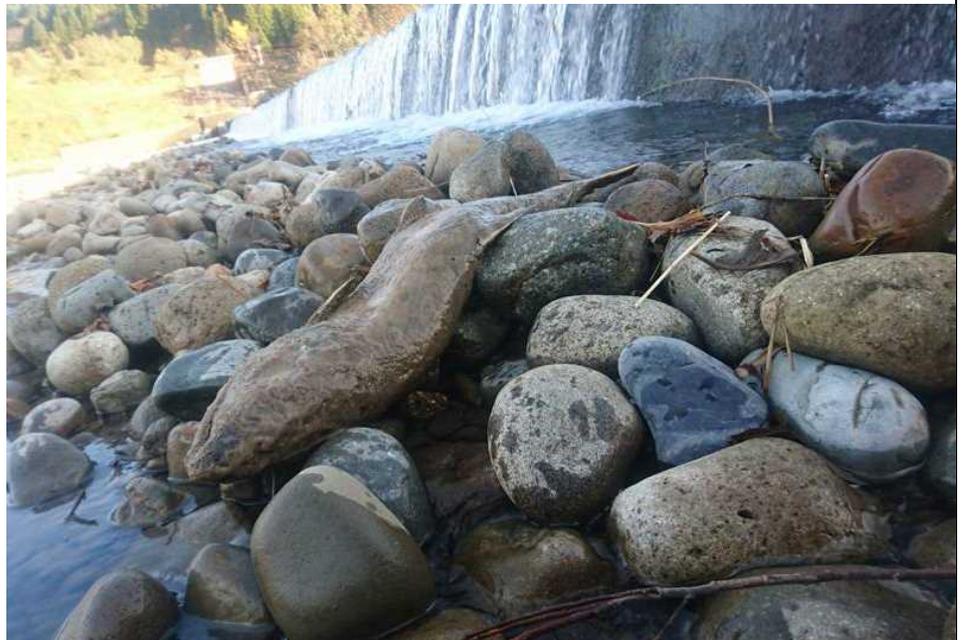


写真7
構造物とサケ
の死骸

講師より、河川における瀬、淵といった環境や、ワンドといった増水時に連続する環境についてお話を伺った。地元の河川の豊かな環境を再確認した。

	<p>写真 8 白山大橋から 河川の横断面 を観察する様 子</p>	
12	<p>効果の検証 および課題</p>	<p>(1) 効果の検証</p> <p>アユの資源増大に関して生徒は浮き石、沈み石の違いを理解できた。また、河川構造物により土砂がトラップされ、頭首工上流部では河床間隙が閉塞していることを感覚的に理解していた。</p> <p>時期的な問題もあり、河川にアユのはみ跡などの観察は行えなかった。</p> <p>今回の講座では河床間隙が閉塞することを理解し、水生昆虫やカジカなどの魚類の生息環境の減少に関して考察する一助となった。</p> <p>構造物があることでの、土砂のトラップによる河床間隙の減少や、フラッシュの減少が河川に及ぼす影響に関してはより相互作用を関連させて教えていかなければならない。生徒の理解も物事を関連付けて考察するには至らなかった。今後のフォローが必要である。</p> <p>能生川をより良い環境にするためには何が必要かを生徒が考察していることが明らかになった。後日 18 日の聞き取りでは「河川には何故 1 箇所しか魚道がついていないのか」「右岸、左岸の両側につければいい」「可動堰にしたらよいのでは」「より上流部では環境が変わってくるのか」など生徒の発案や興味の拡大が確認された。</p> <p>河川生物の他にも構造物に関してより深く知りたいという生徒が現れている。能生川、姫川周辺にある多様な工法についても教える機会があればよい。多自然型川づくりの実地見学、魚道の評価など構造物に関する専門家との協働も生徒の理解向上に期待できる。</p> <p>(2) 課題</p> <p>11 月という時期もあり天候が非常に不安定な中での実習であった。より河川実習が行いやすい場面を検討する必要がある。寒さ対策など生</p>

	<p>徒へのフォローがより必要である。</p> <p>季節変動より、天候による流量変化などの理解が促された。水温などは大きく異なったが、栄養塩量やCODに関しては変動が少ないことが予想される。今後は定期的なモニタリングのために測定項目を絞った経年変化を考察できる測定を行うことで能生川の環境を正しく把握することにつながる可能性が示唆される。</p> <p>9月には河川においてアユのはみ跡などが観察されるため、アユの資源増と合わせて考察させるためには時期を変える必要がある。河川環境における浮き石・アーマー化などのマイクロハビタットの変化についても、今後は定量的に扱っていくことでより精度の高いデータが得られるはずである。</p> <p>今回の調査は一年を通じて三ヶ能生頭首工を用いて検証を行ったが、能生川のより上流部および支川にはより小規模な床止め工、落差工などが存在している。今後はそれらを含めて流域全体を俯瞰できるような指導が必要である。より上流部へ回遊魚（アユ、サケ科魚類、アユカケなど）が登っていているかどうかを含め構造物と河川環境の両方の考察を深める必要がある。</p> <p>流域全体のマップに構造物の位置を落とし込み、また魚類、生物の分布をマッピングすることで河川のどこまで魚類が遡上できているか等（魚道が機能しているのか）を考察する成果物ができ上がる。今後の課題としてGISを用いるなどICTの活用も併せていく必要性が考えられる。</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(4) 河川基盤調査

1) 河川構造物調査

1	実証講座名	能生川の河川基盤調査①
2	連携先および 講師名	東京学芸大学環境教育研究センター 田代 拓
3	実施日時	平成28年11月2日(水) 4～6限(3コマ)
4	実施場所	能生川流域 白山大橋頭首工周辺
5	受講者	マリン技術コース3年
6	受講人数	13名
7	授業科目名	海洋環境、海と陸の建設工事
8	実施の概要	連携機関との協働による河川構造物調査
9	効果および ねらい	調査活動をとおして、頭首工をはじめとする河川の構造物を理解することで、構造物の役割や仕組みについて説明できるようになる。
10	実施内容	能生川流域の白山大橋周辺に設置されている頭首工や砂防堰堤について、現地での調査を実施した。調査では、構造物観察を通して、その構造物が設置されている河川環境の特徴をメモさせながら話をした。
11	講座の内容	能生川流域の白山大橋頭首工を観察しながら、河川から農業用水を取水する施設であることを説明するとともに、取水口や取水堰、魚道などの附帯施設から構成されていることを説明し、それぞれの役割について理解させた(写真1)。
	写真1 頭首工観察の 様子	

河川沿いの道を歩きながら、河川環境の特徴である瀬や淵についても説明し、理解させた（写真2）。



写真2
瀬と淵の観察
の様子

河川構造物には、災害を防止する目的で、河川水を安全に流下させるために、土砂の流出を防ぎ、川底が下がらないようにする役割があること観察させながら理解させた（写真3）。



写真3
砂防堰堤の観
察の様子

12	効果の検証 および課題	<p>調査中に生徒自身がメモをしたことをもとに事後レポートをまとめさせた。その際、観察を行った能生川や調査場所に設置された頭首工などの図を描くように指示した。その結果、大多数の生徒が構造物の役割や河川環境の特徴について、図を含めた正しい記載があり、知識として理解できていたことを確認できた。</p> <p>課題としては、河川の目視できる部分のみの観察で終わってしまったことである。河川環境の瀬や淵、ワンドなどについて、実際にそのポイントの底質をサンプリングし、場所ごとに石の大きさなどの違いを比較したり、流速を計測して比較したり、河川の中に入って水中の見えない部分を調査した方がより理解が深まると思われた。また、河川構造物は私たちの生活を守るメリットがある一方で、サケやアユ、カニなどの生物が移動できなくなることや、土砂が海に流れないために砂浜が減少していること、上流部で浮き石の隙間が埋まったり、ワンドの消失による生物の生息場の減少などのデメリットについても、話だけで終わらずに、併せて調査をし、具体的に検証できる手法を考え、生徒たちが自分たちで調べることによって理解が実感できるように工夫する必要があると感じた。さらに、レポートの考察のなかには、砂防堰堤や頭首工が河川流量や頭首工位置での水位などの環境の変化にどのくらいまで耐えられ、機能を維持できるのかが気になるという記載もあり、河川構造物の性能を調べる手段を用いてまとめさせることができればより構造物への理解が深まると感じた。</p>
----	----------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2) 能生川の魚道調査

1	実証講座名	能生川の河川基盤調査②
2	連携先および講師名	東京学芸大学環境教育研究センター 田代 拓
3	実施日時	平成28年11月16日（水） 4～6限（3コマ）
4	実施場所	能生川流域
5	受講者	マリン技術コース3年
6	受講人数	13名
7	授業科目名	海洋環境、海と陸の建設工事
8	実施の概要	連携機関との協働による能生川上流（柵口地内）に設置されている魚道の調査
9	効果およびねらい	魚道の整備状況と取り組みを通じて、魚道の構造や役割について理解させるとともに、能生川に設置されている魚道の実態を把握し、河川と海洋の連続性を理解させる。
10	実施内容	能生川上流の柵口地内に設置されている魚道について、現地での調査を実施した。調査では魚道の観察を通して、構造や役割、仕組みについて説明をし、メモやスケッチをさせながら理解させた。
11	講座の内容	<p>階段式魚道の構造や魚類がどのようにして魚道を遡上していくのかを説明した。この日は入水口が閉じているため水が流れておらず、機能を果たしていなかった（写真1）。</p>
	写真1 階段式魚道の構造と役割を観察している様子	

水が流れていなかったため、階段式魚道を移動しながら魚道全体の構造を観察した（写真2）。



写真2
魚道の構造全体を観察している様子

今回調査した魚道に付帯してあった頭首工について、前回調査した能生川流域白山大橋周辺に設置してあったものと大きさや高さなどを比較して観察させた。また、頭首工は河川を横断して設置される構造物であるため、河川の流況や河床の状況等などの河川状況について考慮しながら設置されていることについて説明した（写真3）。



写真3
魚道が付帯されている頭首工の観察

12	効果の検証 および課題	<p>本時の活動では、実際に地元の能生川に設置されている魚道の調査を通し、その構造や役割などを理解することを目的としている。評価については、調査中にメモやスケッチした図などを参考に事後レポートを作成させ、構造物の特徴や役割、考察などをまとめさせたものをもとに、その程度により評価した。提出された多くのレポートには魚道についての構造や役割について図も添付されながら記載されていた。また、考察のなかには、「魚道がしっかり機能しているかが理解できなかった」や「どんな魚類が棲息し、魚道を利用しているのか」などの記載があった。課題としては、魚道の構造や役割以外にも、機能性を理解させることがあげられる。河川流況や河床状況の変化といった河川の環境変化についても調査していく必要があると感じた。具体的には、継続的な調査を通して、河川流量の記録や頭首工位置での水位や流量に関する記録などを収集し、建設当時以降の流量状況、河川水位と流量との関係、流砂量等の河川流況の変化の傾向を過去の結果と比較しながら把握することである。また、古い地図や河跡図、航空写真等の資料の収集などを行い、頭首工上下流における堆砂、砂礫帯の移動、洗掘状況などを把握し、将来の河川状況の変化を考察させることも重要なことだと感じた。さらに、魚類等の遡上・降下が機能しているかについても、実験や魚類採集などを通して学習させると理解により実感がもてると感じた。</p>
----	----------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------