

海洋生物科学技術論と実習Ⅰ 予定表

日にち	内容	担当教員
8月17日(金)	バス来所、ミーティング	笠井・水産実験所教員
18日(土)	湾内海洋観測(野外)	笠井
19日(日)	同上 サンプル分析と資料解析(室内)	笠井
20日(月)	碎波帯における仔稚魚調査(野外)	益田・中山・甲斐
21日(火)	魚類分類学および解剖学実習(室内)	甲斐・中山・田川
22日(水)	磯調査(野外)	鯨坂
23日(木)	磯調査試料同定・計数(室内)	鯨坂

湾内海洋観測

背景

舞鶴湾は閉鎖性の強い内湾であり、東舞鶴および西舞鶴から河川水(淡水)が流入している。この河川水とともに、有機物や栄養塩(窒素、リン等)も湾内に流入する。この実習では、河川水の流入している湾奥部(東舞鶴)から外洋に面する湾口部までの9測点において観測を行い夏季の舞鶴湾の海況を調査することで、河川水と海水の混合具合やその広がり方を調べると共に、それが基礎生産(植物プランクトンの分布)に及ぼす影響を調べる。

調査内容

- | | |
|-----------------|-----------------------|
| 1. 水温、塩分、蛍光値、濁度 | 使用機器: クロロテック |
| 2. 透明度 | 使用機器: 透明度板(セッキードISK) |
| 3. 採水(表層および5m深) | 使用機器: バンドン採水器、バケツ、ポリ瓶 |

サンプル分析

採水したサンプル中に含まれるクロロフィル濃度(植物プランクトン濃度の指標)を、蛍光光度計により分析する。クロロテックにより得られた蛍光値と採水試料の分析により得られたクロロフィル濃度を比較し、検量線を求める。これにより、蛍光値をクロロフィル濃度に換算することができる。

データ解析

1. 水温、塩分、密度、蛍光値、濁度の鉛直プロファイル
水温、塩分から海水の密度が求められる。水温、塩分、密度、蛍光値(クロロフィル濃度)、濁度、光量子の鉛直プロファイルを作成し、成層具合やそれぞれの測定値の対応を見る。
2. 水温、塩分、密度、蛍光値(クロロフィル濃度)、濁度の縦断面図
舞鶴湾の縦断面図を作成し、河川水の広がり具合や外洋水の流入状況を調べる。どこで植物プランクトンや濁度が高いか？

作業予定

1 日目

- | | |
|-------------|----------------|
| 8:30 | 食堂に集合 |
| 9:00~12:30 | 湾内観測(緑洋丸) |
| 12:30~13:30 | 昼食 |
| 13:30~15:00 | 採水サンプルの濾過(実験室) |
| 15:00~17:00 | データ解析(演習室) |
| 19:00~20:00 | クロロフィルの抽出 |

2 日目

- | | |
|------------|-----------------|
| 9:30~12:00 | 実験室に集合、クロロフィル分析 |
|------------|-----------------|

- 12:00~13:00 昼食
13:00~16:00 データ解析(演習室)

持ち物

時計、筆記用具、ノート、野帳

クロロフィル分析

分析準備 (前日) : アセトン抽出を 12 時間以上

1. 使い捨てチューブを用意する
2. 通し番号をチューブに書く
3. 90%アセトンを作る
※ 100ml メスシリンダーなら・・・アセトン : 蒸留水 = 90ml : 10ml
4. フィルターサンプルをチューブに入れる
5. 90%アセトン 6ml をチューブに添加する
※ 抽出量はフィルターにのっている有機物量で判断
6. アルミホイルで遮光する
7. 12 時間以上抽出する

分析 (当日) : クロロフィル濃度の測定・・・抽出から 12 時間以上後

1. 蛍光光度計の電源を ON
2. 1N HCl (1 規定の塩酸) を作る
※ 35%HCl で 8.83ml を 100ml でメスアップ
3. チューブの中のサンプルをトリロジー用試験管に移す
※ 入れる前に軽く攪拌する
4. 測定可能になれば, 濃度の測定開始
5. 試験管を攪拌する
6. 試験管を蛍光光度計に入れて, 蛍光度を測定する
7. 試験管に 1N HCl 1 ~ 2 滴を試験管に添加する
8. 試験管を攪拌する
9. 蛍光度を測定する
10. 5 ~ 9 の作業をすべてのサンプルで繰り返す
11. 分析終了
12. 分析器具の片付け

砕波帯における仔稚魚調査

海産魚類の多くは発生初期には海洋表層で浮遊仔魚期を送るが、稚魚期にかけて成育場に参加、着底して成長する。主な成育場は砂浜海岸、河口域、アマモ場、岩礁域、流れ藻などであり、魚種ごとに成育場のタイプや利用時期はほぼ決まっている。

砂浜海岸汀線付近（砕波帯）はヒラメ、クロダイ、スズキなど多くの魚種で仔魚期後期から稚魚期の重要な成育場となっていることが近年の研究で明らかになってきた。本実習では、若狭湾西部に注ぐ由良川河口域付近の砂浜海岸で仔稚魚の採集調査を行い、身近な海岸のごく浅所が成育場として重要であることを学ぶ。また、由良川の河口内外の二か所で比較調査を行い、わずかな距離の違いであっても水質や底質などの環境が大きく異なり、それに伴って種組成も変化することを確認する。

同時に、魚類の資源量推定の手法についても学習する。水産資源は自律更新性のある野生生物であり、適切に資源管理を行えば持続的に利用することができる。現在の資源量を知ることは管理に不可欠であるが、海の中の魚の個体数を調べることは容易ではない。本実習では、個体数推定手法の一つである標識放流法（ピーターセン法）を実際に行い、調査海域における対象種の現存量と分布密度を推定する。

【現場での方法】

由良川河口右岸側の河口内外の2地点で採集を行う。開口幅1mの桁網（図1）を二人組で曳き（図2）、主に底性魚を採集する。曳網速度および曳網方向は現地指定する。桁網が斜めにならないよう、また浮き上がらないよう注意する。桁網のほか、補助的に小型地引網等も用いる。曳網終了時には魚が弱らないよう注意しつつ網末端に集め、水を張った容器にあける（図3）。採集物のなかから各種1-2個体を実験室に持ち帰り、種同定を行う。残りは計数後放流する。曳網ごとに開始時間、終了時間、曳網方向、水深、底質等を野帳に記録する。当日は4-5人ごとの班に分け、曳網、記帳、採集物整理を班ごとに交代で担当する。

もっとも多く採集される魚種について、左側の胸鰭を切除することで標識をつけ、ピーターセン法による個体数推定を行う。鑑賞魚用小型網を水中につけたままで、魚を弱らせないよう手早く鰭を切除し（図4）、標識した個体数を記録しつつ、通気した容器に入れる。一定数（30-50個体程度）の標識ができれば、調査海域に放流する。標識魚が調査海域内で十分に混合するまで待ち、再度曳網採集する。標識魚がある程度再捕されるまで曳網を繰り返す。調査海域が半閉鎖的であると仮定して面積を測定する。

【レポートの内容】

実験室に持ち帰った標本については、日本産魚類検索や日本産稚魚図鑑（いずれも東海大学出版会）等を用いて種を同定する。河口内外の2地点それぞれについて和名、学名、採集個体数、体長範囲を示したリストを作成する。各採集地点の環境条件（底質、水温、塩分、流れの有無、河口内か開放海域か、海藻や海草の有無等）と、そこで採集された魚の特徴（種組成、個体数、体長範囲、

各種の色・形態・生態等) との関係について考察する。

ピーターセン法については、標識放流数、再捕時の標識魚数と未標識魚数から、調査海域の対象魚個体数を推定する。調査海域の面積から対象魚の分布密度を計算する。さらに、曳網時間と曳網速度、網口幅から総曳網面積を求め、使用漁具の採集効率を推定する。

資源量推定に用いられる他の手法と比べたときのピーターセン法の長所および短所、調査時の自分の予想に比べ実際の魚の密度はどうだったか、今回の推定結果の精度・再現性・有効性はどの程度と考えられるか、などについて考察する。

【安全に関する注意】

- ・河口域は水深、流速、水温等が急激に変化するところがある。河口外にも離岸流の強い場所がある。調査中は常にウェットスーツないし救命胴衣を着用する。万一流された場合には、流れに逆らうのではなく、横方向に泳いで流れの弱いところに移動する。
- ・底には流木やカキ殻などの障害物が多いので、サンダル等ではなく足全体をカバーできるマリナーブーツを着用する。
- ・採集物にはゴンズイ、ハオコゼ等の刺毒魚や、アンドンクラゲなどが入っていることがある。落ち葉や海藻の陰になって見えないことも多いので、十分に注意して取り扱う。
- ・夏季の実習なので、熱中症に十分注意する。野外実習中は帽子を着用し、適宜水分をとる。



図1



図2



図3



図4

魚類分類学実習

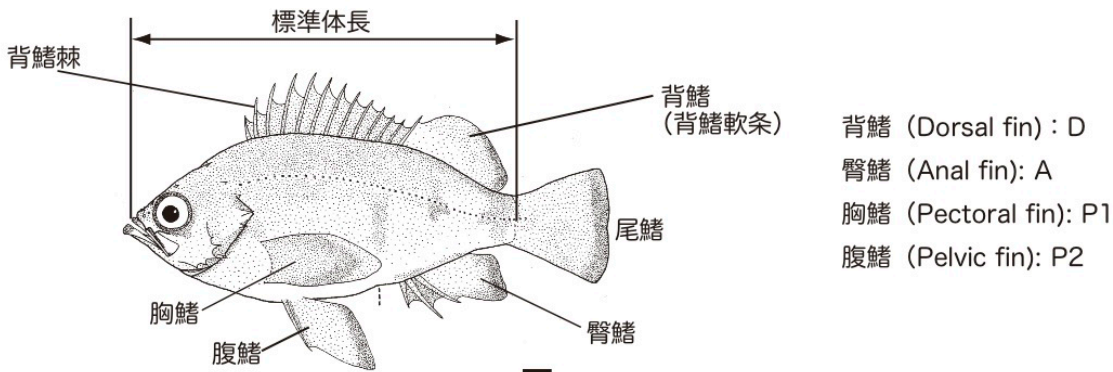
実習内容

- (1) 前日までに仕掛けた刺し網, カゴ網で魚類を採集.
- (2) 各自一人1匹担当, シャーレ・バットに入れて魚を確保.
- (3) 2人一組で手分けして種同定 (図鑑をめくる係と形質を確認する係). 日本産魚類検索 (中坊編, 1993) を使うこと.
- (4) レポート・考察

レポート内容

- (1) 担当の魚の標準和名, 学名, 標準体長, 鰭式 (背鰭, 臀鰭, 胸鰭, 腹鰭だけでOK)
- (2) その魚と同定した根拠は? 形態的特徴を書き出してみる (科レベル, 種レベル).
- (3) 形態的特徴と生態との関係を考えてみる. 他の人が担当した魚とも比較しながら.

魚の基本形態



*注意事項

- 種の学名: イタリアックで表記する. 手書きの場合はアンダーラインを引く
- 鰭式: 棘はローマ数字 (I, II, III, IV, V, ...) で, 軟条はアラビア数字で示す. 鰭が分離しているときは「-」で, つながっているときは「,」でつなぐ.

魚類解剖学実習

【目的】 刺し網やかごによって採集された様々な魚種について、外部形態および内部形態を観察することで、それぞれの種が生態や行動に適した体構造を有していることを学ぶ。

【安全上の注意】 どのような動物であれ、解剖する際にもっとも危険なのは、実験者が手に取っている解剖用具である。メスやハサミの刃先方向には絶対に指を置かない。

【解剖実習の手順】

- 1) 午前中の実習で自分が同定した魚を教卓から持ってくる。
- 2) 解剖前に体重と体長を測る。教員に解剖前の魚体の写真を撮ってもらう。
- 3) 解剖する。肛門よりハサミの片方の先端を挿入し、前方に切り開いていく。通常の形態の魚種では、左体側の体壁を切除して体腔を開く。サメ類、エイ類、あるいはコチ類などでは、腹面の体壁を切除する。配布したプリントなどを参考にして、どれが何という臓器かを同定してゆく。自分の判断が正しいかを教員やTAに確認すること。
- 4) あまり破壊してしまう前に教員に申し出て、開腹後の写真を撮ってもらう。
- 5) データ記録シートの記述に従って、測定・計算を行い記入してゆく。
- 6) 開腹後の写真をプリントアウトしたものを配布するので、それに矢印で臓器名を記入する。
- 7) データシート、開腹後の写真に臓器名を記入したもの、および解剖後の魚体を、他の学生にも見やすいように各自の机の上に配置しておく。

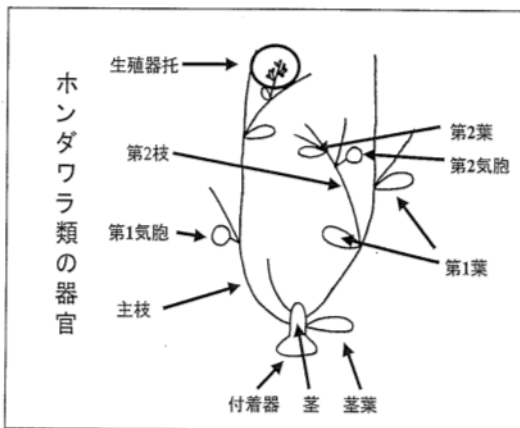
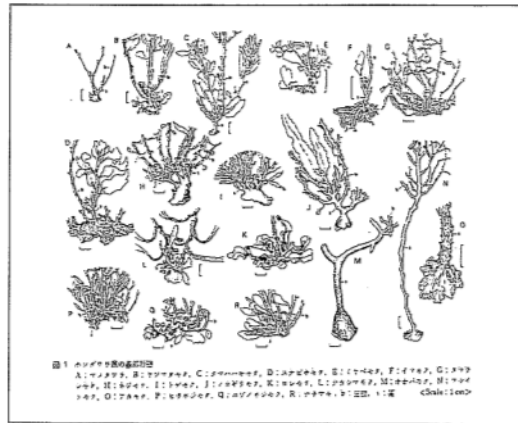
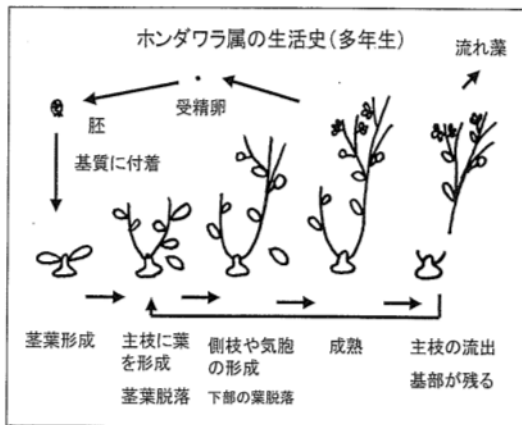
魚の解剖 データ記録シート		氏名 _____	魚種名 _____
体長	mm	体重	g
あれば○	みつからなければ×	胃	mm 体長の %
心臓	腎臓	脾臓	幽門垂
腸	mm	腸	mm 体長の %
胆嚢	膀胱	膀胱	肺
肝臓	g	肝臓	g 体重の %
鰓耙(さいは)	長い	短い	この実習についての感想
浮き袋	有る	無い	
卵巣か精巣	有る	無い	
その他の気づいたこと			

【他の学生が解剖した魚との比較】

自分の解剖した魚の特徴を発表できるように、他の学生が解剖した魚と

そのデータ記録シートを見て回り、自分の魚と比較する。1-2項目の特徴を考え、口頭で簡単に紹介できるように準備しておくこと。全員でそれぞれが解剖した魚を見て回る。まず解剖した学生がその魚の特徴を紹介し、教員が解説を加えてゆく。

磯調査



- 1) 盤状附着器(盤状根)
フシスジモク、ウミトラノオ、マメタワラ、ヤツマタモク
- 2) 円錐状附着器
オオバモク、トゲモク、ノコギリモク、ヨレモク、ジョロモク
- 3) 仮盤状附着器
アカモク
- 4) 繊維状の構造がよく発達するもの
イソモク

主枝の断面:
円形、三稜形(三角)、四角、楕円形/扁平(二稜形)

主枝の表面:
全縁、刺や鋸歯がみられる場合がある。

枝の配列
ラセン状、2列互生
枝の上部と下部とで異なることがある。

気胞の形態:
球形、楕円形、卵形、倒卵形、西洋梨形、紡錘形(円筒状)

気胞の先端の様子:
円頂、とがる、微突起、糸状突起、冠葉、翼状突起、葉囊

葉(葉状部)の形態:
楕円形、卵形、倒卵形、披針形、倒披針形、線形、糸形、半葉形、長刀形、くさび形、うろこ状

分岐の有無

縁辺: 全縁、小鋸歯(細鋸歯、浅鋸歯)、粗鋸歯、深鋸歯、重鋸歯、唇状

生殖器床の雌雄性:
雌雄同株同床
雌雄同株異床
雌雄異株

形態:
円柱状(線状)、扁平、倒披針形、卵形、へら形、三稜形

分岐の有無

刺の有無

表1. 岩狹湾に出現するホンダワラ類の特徴

分類群 (科) 形質/種	ウガノモク科 ジョロモク	ホンダワラ科 マメタワラ	ホンダワラ科 ヤツマタモク	ホンダワラ科 アカモク	ホンダワラ科 イソモク	ホンダワラ科 ウミトラノオ	ホンダワラ科 フシスジモク	ホンダワラ科 ノコギリモク	ホンダワラ科 ヨレモク	ホンダワラ科 トゲモク	ホンダワラ科 オオバモク
付着器	円錐状	盤状	盤状	仮盤状	繊維状 (糸状)	盤状	盤状	円錐状	円錐状	円錐状	円錐状
主枝 (分枝)	二列互生	二列互生	二列互生	螺旋状	螺旋状	螺旋状	互生/螺旋状	螺旋状	螺旋状	螺旋状	螺旋状
断面形態	上部が偏平	やや偏平	偏平 (二稜形)	円柱-四角形	円柱-四角形	円柱-四角形	円柱-四角形	下部が偏平	下部が偏平	三稜形	偏平 (二稜形)
刺の有無	なし	なし	なし	あり	なし	あり	あり	下部にあり	あり/なし	あり	なし
葉状体 (分枝)	単条/羽状	単条/羽状	単条/羽状	単条	単条	単条	単条	単条	単条	単条	単条
形態	線状	線状	披針形/線状	披針形/線状	線状	線状	線状	楕円形/披針形	楕円形/披針形	楕円形/披針形	披針形/線形
縁辺	全縁	全縁	全縁	深い切れ込み	細い鋸歯	先端縁に小鋸歯	全縁	鋸歯/重鋸歯	鋸歯/重鋸歯	深い切れ込み	全縁
気胞 (形態)	楕円形/球形	球形	楕円形/倒卵形	円柱状	楕円形/洋梨形	紡錘形	球形/洋梨形	楕円形/球形	楕円形/倒卵形	楕円形/倒卵形	楕円形/紡錘形
先端	冠葉	円頂	冠葉/突起	冠葉	冠葉/突起	尖る	円頂	冠葉/尖る	冠葉/尖る	冠葉/突起	冠葉/突起
生殖器官	雌雄異株	雌雄異株	雌雄異株	雌雄異株	雌雄異株	雌雄異株	雌雄異株	雌雄異株	雌雄異株	雌雄異株	雌雄異株
形態	円錐/円柱状	円柱状	円柱状/偏平	円柱状	円柱状	円柱状	円柱状	倒披針形/偏平	偏平/三稜形	へら状/偏平	偏平/円柱形
分枝	単条	単条-分枝	単条-分枝	単条	単条	単条	単条	単条	単条	単条	単条