京都大学フィールド科学教育研究センター
舞鶴水産実験所
教育関係共同利用拠点

# 日本海における水産学・水圏環境学フィールド教育拠点

# 平成26年度活動記録

平成31年4月

目 次

1. 共同利用の概要

共同利用・・・

(4)若狭湾秋季の水産海洋生物実習

実施要項・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・115
実施状況・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・117
実習テキスト・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・118
実習写真・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・123

(5)若狭湾春季の水産海洋生物実習

実施要項・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・125
実施状況・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・127
実習テキスト・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・128
実習写真・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・132

**4. 情報提供と発信**

共同利用に関する情報(利用方法・利用状況等)・・・・・・・・・・・・・134
拠点に関する情報発信(公開講座, 公開講演会等含む)・・・・・・・・134
国際的な対応に向けた取り組み・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・134
ポスター・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・136

# 1. 共同利用の概要

## 1. 共同利用の概要

### 共同利用

| 利用分類 | | 利用課題名 | 利用概要 |
|---|---|---|---|
| 1 | 公開実習 | 森里海連環学実習I | 京都大学共通科目実習を公開実習とし，他大学生も受け入れた．京都大学生7名，他大学生9名が参加した．（森林実習・河川実習・水生生物実習・水質分析実習） |
| 2 | 公開実習 | 海洋生物科学実習I | 京都大学共通科目実習（海洋生物科学技術論と実習I）を公開実習とし，他大学生も受け入れた．京都大学生20名，他大学生5名が参加した．（海洋観測実習・魚類学実習・分類学実習・海浜調査実習） |
| 3 | 公開実習 | 海洋生物科学実習II | 京都大学共通科目実習（海洋生物科学技術論と実習II）を公開実習とし，他大学生も受け入れた．京都大学生19名，他大学生4名が参加した．（プランクトン実習・底生生物実習・生理活性物質実習・施設見学） |
| 4 | 公開実習 | 若狭湾秋季の水産海洋生物実習 | 舞鶴水産実験所独自開講実習で，京都大学生2名，他大学生5名が参加した．（海洋観測実習・底生生物採集実習・魚類学実習・底生生物実習・シュノーケリング実習・施設見学） |
| 5 | 公開実習 | 若狭湾春季の水産海洋生物実習 | 舞鶴水産実験所独自開講実習で，京都大学生2名，他大学生13名が参加した．（海洋観測実習・底生生物採集実習・魚類学実習・漁業実習・仔稚魚耳石観察実習・施設見学） |
| 6 | 共同利用実習 | Fish and Fisheries in Japan | 京都産業大学国際交流センター実習の留学生を対象とした実習で、18名が参加した（講義・施設見学・漁村視察）。 |
| 7 | 共同利用実習 | 環境生態学 | 近畿大学農学部3回生を対象とした実習で，25名が参加した．（海洋観測実習・魚類学実習・底生生物実習） |
| 8 | 共同利用実習 | 沿岸藻場実習 | 近畿大学農学部4回生を対象とした実習で，25名が参加した．（海洋観測実習・魚類学実習・底生生物実習） |
| 9 | 共同利用実習 | 魚類心理学の基礎と実習 | 神戸女学院大学2回生を対象とした実習で5名が参加した（シュノーケリング実習・魚類行動実験）。 |
| 10 | 共同利用実習 | 臨海実験法および実験 | 岐阜大学教育学部1回生を対象とした実習で，11名が参加した．（海洋観測実習・魚類学実習・底生生物実習） |

| 利用分類 | | 利用課題名 | 利用概要 |
|---|---|---|---|
| 11 | 共同利用研究 | 魚類によるクラゲ摂餌の水温依存 | 名城大学　農学部　卒業研究 |
| 12 | 共同利用研究 | ヒラメ仔稚魚のアミノ酸･脂肪酸代謝酵素の変動および餌料性水溶性タンパクの影響に関する研究 | 東京海洋大学　海洋科学技術研究科　修士論文 |
| 13 | 共同利用研究 | 通し回遊の起源に関する生理･行動学的研究 | 東京大学　大気海洋研究所　博士論文 |
| 14 | 共同利用研究 | 魚類標本調査 | 宮崎大学　農学研究科　博士論文 |
| 15 | 共同利用研究 | 環境DNAを用いたクラゲ類の分布調査 | 神戸大学　人間発達学部　卒業論文 |
| 16 | 共同利用研究 | 環境DNA分析に基づく魚類群集の定量モニタリングと生態系評価手法の開発に関する研究 | 龍谷大学　卒業論文 |
| 17 | 共同利用研究 | 若狭湾の音響藻場調査 | 北海道大学　水産学部　卒業論文･修士論文 |
| 18 | 共同利用研究 | 日本産ガンギエイ科魚類の分類学的再検討 | 高知大学　総合人間自然科学研究科　修士論文 |
| 19 | 共同利用研究 | 日本産アシロ科イタチウオ属魚類の分類学的研究 | 高知大学　理学部　卒業論文 |
| 20 | 共同利用研究 | アカエイ科カラスエイ属の分類学的研究 | 高知大学　総合人間自然科学研究科　修士論文 |

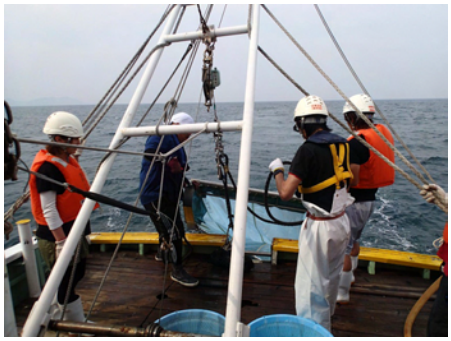
## 舞鶴水産実験所利用状況

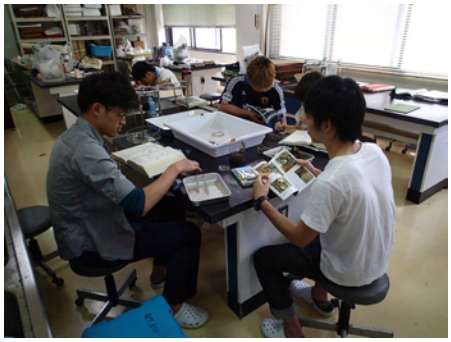
| 区分 | 平成28年度 | | |
|---|---|---|---|
| | 所属機関数 | 利用人数 | 述べ人数 |
| 学内（法人内） | 13 | 316 | 4675 |
| 国立大学 | 23 | 86 | 457 |
| 公立大学 | 7 | 26 | 41 |
| 私立大学 | 11 | 73 | 302 |
| 大学共同利用機関法人 | 0 | 0 | 0 |
| 民間・独立行政法人等 | 34 | 773 | 1241 |
| 外国の研究機関 | 2 | 10 | 34 |
| （うち大学院生） | （15） | (83) | (3371) |
| 計 | 90 | 1284 | 6750 |

## 共同利用実習

### (1) 近畿大学「水圏生態学実験・実習I」

2015年5月27日（水）～31日（日）近畿大学農学部の水圏生態学研究室の実験・実習を実施しました。教育研究船「緑洋丸」により舞鶴湾内外において海洋観測と底生動物採集を実施し、観測データの解釈と採集生物の分類・計数を行いました。





## (2) 岐阜大学「臨海実験法及び実験」

2015年9月13日（日）～18日（金）岐阜大学教育学部の実習を実施しました。教育研究船「緑洋丸」で移動し、シュノーケリングにより岩礁域の生物を採集しました。海藻や魚類、軟体動物や棘皮動物など、様々な生物を十分に観察・採集しました。

# 2. 教育拠点ワークショップ

## 2. 教育拠点ワークショップ

### 水産・臨海・臨湖実験所フィールド実習ワークショップ2018

2014年4月3日に、水産・臨海・臨湖実験所フィールド実習ワークショップ「岐阜大学教育学部理科教育(生物学専攻)における学外実習への取り組み」を行いました。

講演者　岐阜大学教育学部 古屋 康則 教授

演題 「岐阜大学教育学部理科教育(生物学専攻)における学外実習への取り組み」

# 3．平成26年度公開実習

## （1）森里海連環学実習I
## 平成26年8月7日～8月11日

# 平成２６年度京都大学フィールド科学教育研究センター
# 公開実習（森里海連環学実習 I）
# 実施要項

**１．授業科目：**

〔森里海連環学実習 I〕

実習の履修後に受講証を発行する．受講証にもとづく単位認定の可否については所属する大学の教務・学務担当に照会すること．なお，本実習は２単位相当としている．実習は本学学部生と合同で行い，実習期間中は本学フィールド科学教育研究センター芦生研究林および舞鶴水産実験所の宿泊施設に合宿する．実習の詳細については次頁「１０．実習内容」を参照すること．

指導教職員：山下　洋・徳地直子・益田玲爾・上野正博・坂野上なお・中西麻美・甲斐嘉晃・鈴木啓太

**２．実施施設：**京都大学フィールド科学教育研究センター　芦生研究林・舞鶴水産実験所

**３．実施期間：**平成２６年８月７日(木)～８月１１日(火)

※ 京都大学北部構内にて集合・解散の予定．芦生研究林・舞鶴水産実験所への移動には貸切バスを利用する．

**４．対象学生：**原則として学部生．大学院生も可．（文系・理系を問わない）

**５．定員：**１０名（予定）

**６．必要提出書類：**

・受講願

・学生教育研究災害傷害保険加入証明（領収書等のコピーでも可）

**７．申込締切：**平成２６年６月３０日(月)必着

先着順で申込を受け付け，定員に達した時点で締め切りとする．

**８．参加費用：**約 10,000 円（これに含まれるのは宿泊費、食費などの実費のみ）

９．提出・問い合わせ先：

〒６２５－００８６ 京都府舞鶴市長浜無番地
京都大学フィールド科学教育研究センター　舞鶴水産実験所
電話：０７７３－６２－５５１２　FAX：０７７３－６２－５５１３
E-mail：maizuru@adm.kais.kyoto-u.ac.jp

※ 実習への参加を希望される方はメールにて早めに受講の意思を連絡し，必要書類を提出すること．また，郵送の際には，封筒の表に「森里海連環学実習Ⅰ参加申込書類在中」と朱書きすること．

１０．実習内容：

（註）天候の影響等で実習の内容は変更することがある．

京都府の北部を流れる由良川は，京都大学芦生研究林を源流とし丹波地方を流れ若狭湾西部の丹後海に注ぐ．本実習では，芦生研究林内の渓流と森林の観察，由良川に沿って上流域（森林域）から和知，綾部，福知山を経由して河口域までの水質調査，魚類や水生昆虫などの水生生物調査，土地利用様式の調査を行う．森林域，里域，農地，都市などの陸域の環境が，由良川の水質，生物多様性，食物構造などにどのような影響を与えているかをじっくり観察し，森から海までの流域を複合したひとつの生態系として捉える視点を育成する．

実習の日程

８月７日（木）ガイダンス（京大），実習「芦生研究林，由良川源流域の観察・調査」（芦生泊）
８月８日（金）実習「由良川上・中流域調査」（舞鶴泊）
８月９日（土）実習「由良川下流・河口調査」（舞鶴泊）
８月１０日（日）実習「水生生物，水質分析」，調査結果の整理・解析　（舞鶴泊）
８月１１日（月）調査結果のまとめ･発表，レポート作成

## (1) 日程

| 実習日程 | 実習項目 | 担当教員 |
|---|---|---|
| 8月7日 | ・芦生研究林，由良川源流域の観察調査 | 芦生研究林教員 |
| 8月8日 | ・由良川上流，中流域調査 | 全教員 |
| 8月9日 | ・由良川下流，河口調査<br>・水質および生物試料の分析 | 全教員 |
| 8月10日 | ・水生昆虫，ベントスの分類<br>・魚類の分類，胃内容物分析<br>・データ解析 | 全教員 |
| 8月11日 | ・発表会 | 全教員 |

## (2) 参加者

| 参加実習生所属 | 人数 |
|---|---|
| 高知大学 | 2 |
| 名城大学 | 2 |
| 北海道大学 | 1 |
| 名古屋工業大学 | 1 |
| 九州大学 | 1 |
| 東京農業大学 | 1 |
| 島根大学 | 1 |
| 京都大学 | 7 |
| 合計 | 16名 |

# 平成 26 年度　森－里－海連環学実習 I
# 芦生研究林－由良川－丹後海コース
# （Exercises in Ecological Interactions between Forests and Coastal Areas　I）

2014. 8.7. ～ 8.11.

2014 年度

京都大学フィールド科学教育研究センター

芦生研究林、舞鶴水産実験所

学際融合教育研究推進センター森里海連環学教育ユニット

目次

日程表 1
参加者名簿 2
実習時の注意、施設の利用について 3
由良川流域図 5
芦生研究林の概要 6
由良川について 12
河川での実習と目的 14
水生昆虫の見分け方 19
河川形態と水生生物 23
魚類編 26
魚類調査（魚類相）シート 29
魚類調査（胃内容物）シート 31
データシート（水質） 33
データシート（水生昆虫、ベントス） 37
データシート（プランクトン） 39
データシート（土壌） 41
資料：データ集
　由良川本流の BOD、COD（公共用水データ） 43
　由良川支流の BOD、COD（公共用水データ） 45
　由良川本流の全窒素、全リン（公共用水データ） 47
　由良川支流および舞鶴湾流入河川の全窒素、全リン（公共用水データ） 48
　実習データ　森林土壌の化学性 49
　実習データ　水質 51
　実習データ　水生昆虫、ベントス 56
　実習データ　プランクトン 59
　実習データ　魚類および胃内容物 62
　由良川流域土地利用図 65
メモ 66

---

**●実習の趣旨**

京都府の北部を流れる由良川は、京都大学芦生研究林を源流とし丹波地方を流れ若狭湾西部の丹後海に注ぐ。本実習では、芦生研究林内の渓流と森林の観察、由良川に沿って上流域から和知、綾部、福知山を経由して河口域までの水質調査、魚類や水生昆虫などの水生生物調査、土地利用様式の調査を行う。森林域、里域、農地、都市などの陸域の環境が、由良川の水質、生物多様性、食物構造などにどのような影響を与えているかを観察し、森から海までの流域を複合したひとつの生態系として捉える視点を育成する。

# 日　程　表

8 月 7 日（木）（農学部バスで農学部→芦生研究林）芦生研究林泊
08：15　京大フィールド研に集合（昼食は各自持参のこと）
08：20～09：00　講義：実習の概要（山下先生）
09：00～11：00　京大農学部発　芦生研究林へ移動
11：00～12：00　昼食、着替え等の準備
12：00～17：00　芦生研究林のバスで林内（長治谷方面）へ移動、芦生研究林の森林および土壌観察・由良川源流調査（上谷、長治谷）、防鹿柵の見学
17：15～20：00　風呂、夕食準備（自炊）、食事
20：00～21：00　講義：芦生研究林の概要

8 月 8 日（金）（芦生のマイクロバス→舞鶴水産実験所）舞鶴水産実験所泊
06：30～07：45　起床、朝食（自炊）、掃除、片付け、車への荷物積込、調査準備
08：00～09：30　由良川上流調査（芦生研究林入り口）美山漁協立ち会い
09：30～17：00　由良川中流調査（バスで移動。途中、和知の道の駅で各自昼食）
大野ダム、和知、由良川支流調査：犀川（綾部）、和久川（福知山）
17：00～18：00　舞鶴水産実験所へ移動
18：00～20：00　夕食、風呂
20：00～21：00　水質分析

8 月 9 日（土）（芦生のマイクロバス：昼まで）舞鶴水産実験所泊
07：00～08：30　起床、朝食、調査準備
08：30～12：00　河口調査（神崎）
12：00～13：00　昼食（実験所にて）
13：00～17：30　器具の洗浄・片付け、生物試料の分類、水質分析
17：30～　風呂、夕食

8 月 10 日（日）　舞鶴水産実験所泊
07：00～08：30　起床、朝食
08：30～12：00　生物試料の分類と水質分析、データ解析とまとめ
12：00～13：00　昼食
13：00～18：00　データ解析とまとめ
18：00～20：00　夕食、風呂
20：00～　データ整理・解析とまとめ、発表準備

8 月 11 日（月）（農学部のバスで舞鶴水産実験所→農学部）
07：00～09：00　起床、朝食、手荷物整理
09：00～12：00　発表準備、報告会（10 時頃～）
12：00～13：00　昼食
14：00　閉講挨拶、バスで農学部へ
（17 時頃に帰着予定。ただし、交通事情により時刻が前後する）

参加者名簿

●学生

| 京都大学 | 学部 | 学年 |
|---|---|---|
| | 総合人間学部 | 3 |
| | 理学部 | 1 |
| | 医学部　人間健康学科 | 1 |
| | 理学部 | 2 |
| | 農学部　応用生命科学科 | 2 |
| | 農学部　資源生物科学科 | 1 |
| | 総合人間学部 | 3 |
| | 経済学部　経済経営学科 | 4 |

| 他大学 | 大学・学部 | 学年 |
|---|---|---|
| | 北海道大学　農学部　森林科学科 | 2 |
| | 名古屋工業大学　工学部　都市社会工学科 | 3 |
| | 九州大学　２１世紀プログラム | 2 |
| | 富山大学　理学部　生物圏環境科学科 | 1 |
| | 東京農業大学　生物産業学部　アクアバイオ学科 | 4 |
| | 琉球大学　理学部　海洋自然科学科 | 2 |
| | 島根大学　生物資源科学部　農林生産学科 | 2 |
| | 高知大学　農学部　農学科 | 2 |
| | 高知大学　農学部　農学科 | 2 |
| | 名城大学　農学部　生物環境科学科 | 2 |
| | 名城大学　農学部　生物環境科学科 | 2 |

●スタッフ

| 教職員 | 所属 |
|---|---|
| 山下　洋 | フィールド研　里域生態系部門里海生態保全学分野 |
| 益田　玲爾 | フィールド研　里域生態系部門里海生態保全学分野 |
| 上野　正博 | フィールド研　里域生態系部門里海生態保全学分野 |
| 甲斐　嘉晃 | フィールド研　里域生態系部門里海生態保全学分野 |
| 鈴木　啓太 | フィールド研　里域生態系部門里海生態保全学分野 |
| 德地　直子 | フィールド研　森林生物圏部門森林育成学分野 |
| 伊勢　武史 | フィールド研　森林生物圏部門森林育成学分野 |
| 坂野上　なお | フィールド研　森林生物圏部門森林情報学分野 |
| 中西　麻美 | フィールド研　森林生物圏部門森林情報学分野 |
| Lavergne Edouard Alexandre | 学際融合教育研究推進センター森里海連環学教育ユニット |
| 安佛　かおり | 学際融合教育研究推進センター森里海連環学教育ユニット |
| 田城　文人 | フィールド研　舞鶴水産実験所 |
| 荒井　亮 | フィールド研　芦生研究林 |
| 勝山　智憲 | フィールド研　芦生研究林 |

ティーチングアシスタント

| | | |
|---|---|---|
| 井上　博 | 農学研究科応用生物科学専攻（里海生態保全学分野） | Ｍ２ |
| 三簾　仁志 | 農学研究科応用生物科学専攻（里海生態保全学分野） | Ｍ１ |

## ◆実習時の注意

- 指示にしたがうこと
- 自分勝手な行動は慎むこと
- 時間を守ること
- 野外における危険な生物には注意すること。近寄ったり、刺激しない。静かにゆっくり立ち去る。ハチはむやみに手やタオルなどで払ったりしない。（下記を参照のこと）
- 熱中症防止のため、各自で水分補給をすること。
- ケガ、体調不良、何かあった場合はすぐにスタッフに知らせること
- ゴミのポイ捨てをしないこと
- ケガ、事故のないように各自、気をつけること

## ※野外（森林・草原）の危険な生き物

野外には危険な生き物がいます。むやみに恐れることはありませんが、危険を避けるためには彼らの生態を理解して対応する必要があります。予防方法および対処方法を知っておけば、万一遭遇したときでも素早く処置ができ、被害を最小限に食い止められます。

＜主な危険な生物の習性および害など＞

| 生物 | 攻撃など | 症状 | 予防 | 処置 |
|---|---|---|---|---|
| マムシ | 咬む | 中毒 | 近づかない | ただちに病院へ |
| ヤマガカシ | 咬む | 炎症、中毒 | 触らない | 応急手当ののち病院へ |
| ハチ類＊ | 刺す | 炎症、アレルギー | 近づかない（飛んで来ても騒がない） | 応急手当ののち病院へ |
| ツキノワグマ | 打つ、咬む | 打撲、裂傷等の外傷 | 出会いそうな場所を避ける。鈴などで自分の存在を知らせる。 | 応急手当ののち病院へ |
| ムカデ | 咬む | 炎症 | 触らない | 応急手当 |
| ダニ類 | 吸血 | 炎症 | 追い払う | 応急手当 |
| 両生類（アカハライモリ、ヒキガエル類） | — | 中毒、炎症（粘液が目や口に入った場合に起こる） | 触った手で目をこすらない<br>触った後は手をよく洗う。 | 応急手当 |
| ウルシ類 | — | 炎症 | 触らない | 応急手当ののち病院へ |

＊　ハチに刺された場合は**アナフィラキシーショック**（※）に注意

※**アナフィラキシーショック**；一度ハチに刺されるとハチの毒に対する抗体ができ、次回刺されたときに抗原抗体反応が起こる。このとき、呼吸困難、血圧低下などの強い全身症状が現れ、数分で死を招くこともある。

## ◆施設の利用について

・　ゴミは指定されたとおりに分別して所定の場所に捨てること
・　施設の利用方法、指示にしたがうこと

芦生研究林と舞鶴水産実験所では施設の利用方法が異なるので注意してください。

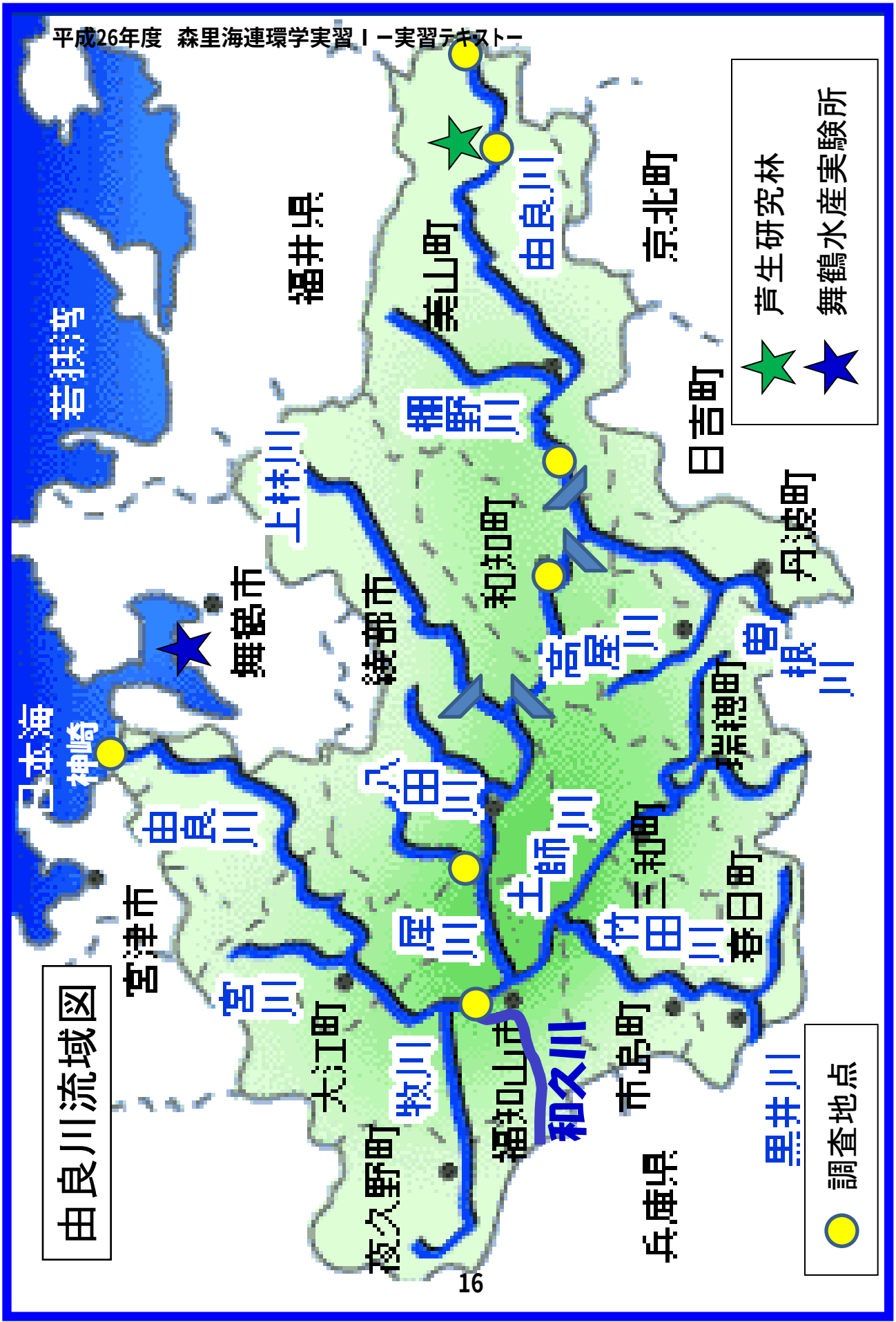
### 芦生研究林の宿泊施設の利用について

１．寝具には、**掛け布団カバー、シーツ、枕カバーを必ず使用すること**。使用後は、寝具は指定の方法で畳んで押入れに片付け、シーツ・カバーは指定された場所へ返却すること。
２．宿泊室では飲食は禁止。食堂または休憩室で。
３．調理室および食堂は清潔に保つこと。食器類は使用後に元の場所に戻すこと。
４．**風呂は入浴後にお湯を抜き、排水溝の髪の毛などを捨てること**。ボイラーの電源は就寝前に切ること。
５．**退室前に宿泊室、トイレ、浴室、脱衣所を皆で協力して必ず掃除すること。各部屋にて、点検項目表にしたがってチェックを行うこと**。
６．備え付けの冷蔵庫に個人の飲食物を入れる場合は、必ず名前を書き、退室時には忘れずに持ち帰るか、処分すること。

### 舞鶴水産実験所の宿泊施設の利用について

１．寝具には、**シーツ（敷き布団、掛け布団とも）、枕カバーを必ず使用すること**。退所時は、シーツ・カバーは外して指定された場所へ返却すること。寝具は畳んで整頓しておくこと。
２．実験所内の器具類を使用した場合（調査器具、釣り道具、スポーツ用品など）、使用後は元の場所に戻すこと。器具によってはしっかり洗浄すること。

備え付けの冷蔵庫に個人の飲食物を入れる場合は、退室時には忘れずに持ち帰るか、処分すること。


由良川流域図
若狭湾
日本海
神崎
舞鶴市
宮津市
福井県
京北町
美山町
由良川
舞鶴川
上林川
綾部市
和知町
日吉町
丹波町
佐仲川
由良川
大江町
夜久野町
綾部山川
和知山市
和久川
土師川
和知川
芦田川
市島町
三和町
春日町
篠山川
丹波市
兵庫県
芦生研究林
舞鶴水産実験所
調査地点

# 芦生研究林の概要

## １．はじめに

芦生研究林は、福井県と滋賀県に接する京都府北東部の山稜地帯にあり、日本海に注ぐ由良川（延長 146km、流域面積 1,880km²、京都府面積の約 40%）の源流域にあたります。面積 4,185.6ha の芦生研究林は、1921（大正 10）年、学術研究および実地演習を目的に、「農学部附属芦生演習林」として設置されました。ただし、土地そのものは京都大学のものではなく、立木などの地上部だけを京都大学の所有とする「地上権」が 99 年間の期限付きで設定されています。この土地は、地域の 9 つの字（集落）の共有林で、設定当初は木材の売り上げの一部を所有者である各集落に支払う分収方式でしたが、現在は年間 2,680 万円を支払う地代方式となっています。

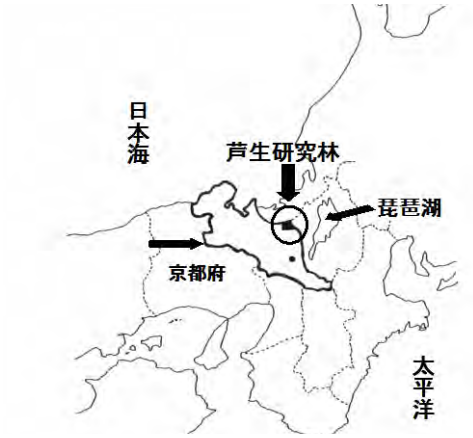



図１　芦生研究林の位置

京都大学の研究林は、他に北海道研究林（北海道標茶町と北海道白糠町：それぞれ釧路市の北と西）、和歌山研究林（和歌山県有田川町：高野山と龍神温泉の中間）があり、また試験地として，北白川試験地（京都市左京区：京都大学北部構内）、上賀茂試験地（京都市北区：京都産業大学に隣接）、徳山試験地（山口県周南市：山陽自動車道脇）があります。これら６つの農学研究科附属演習林施設と、農学研究科附属舞鶴水産実験所（京都府舞鶴市）、農学研究科附属亜熱帯植物実験所（和歌山県串本町、現紀伊大島実験所）、理学研究科附属瀬戸臨海実験所（和歌山県白浜町）が 2003（平成 15）年合併し、京都大学フィールド科学教育研究センターが発足するとともに、「芦生演習林」は「森林ステーション・芦生研究林」と改称されました。

芦生研究林は、フィールドセンターの施設の中で最も面積が大きく、また大学から車で 2 時間と比較的近い場所にあることから、学生実習や研究に使用されることも多い施設です。人口 100 万人を超える大都市からこのような近い距離に、原生的な温帯林が残されていることは世界的にも大変珍しいことから、教育・研究の利用だけでなく、一般者の見学も条件付きで許可しています。

## ２．自然環境

芦生の構内（標高 356m）の年平均気温、年降水量は、それぞれ 11.9℃と 2,298mm であり、京都市（それぞれ 15.6℃、1,545mm）と比べると、冷涼、多雨です。また標高 640m の長治谷では平均気温が構内に比べて約 1℃低く、降水量も 400～600mm 多くなります。

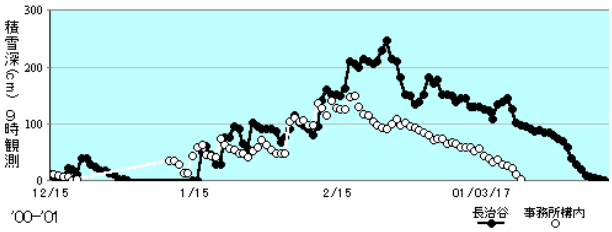



図２　構内と長治谷の積雪

標高は 355m～959m、気候帯としては暖温帯上部から冷温帯下部にまたがっています。この境目は標高 600m あたりで、これより下部では

コナラや常緑広葉樹であるウラジロガシ、ソヨゴなどの暖温帯林構成種が見られ、それ以上の標高ではブナ、ミズナラを主体とした冷温帯林構成種が見られます。また同時に芦生は、日本海型と太平洋型の移行帯に位置しています。この違いは、日本海側が太平洋側に比べて多雪であることに由来します。芦生では事務所近辺で 1m 程度の積雪ですが、標高 640m の長治谷周辺では 2m 以上にも達し、林内にはエゾユズリハ、ヒメアオキ、ヒメモチ、ハイイヌガヤなど、大雪に対応した植物も多く生育しています。

図３　長治谷の秋（上）と冬（下）

このように芦生は、気候条件の境界地帯にあたるため、動植物相が非常に豊富であることが特徴のひとつとなっています。研究林内で確認されている種数は、木本植物（亜種含む）が 243 種、草本植物が 532 種、そしてシダ植物が 85 種となっており、著名な分類学者の中井猛之進博士は 1941（昭和 16）年、著書の中で「植物ヲ學ブモノハ一度ハ京大ノ芦生演習林ヲ見ルベシ」と書いています。

傾斜地形の多い芦生では、斜面に対応した樹木の分布密度の変化が見られます。斜面上部ではアシウスギの分布密度が高く、中腹ではブナを主にミズナラなどが優先し、斜面下部から沢沿いの湿潤なところにはトチノキとサワグルミが優占します。アシウスギには、主に若木個体などの下枝が雪圧によって接地・発根し、やがて一個体として独立するという方法で増殖する、多雪地に特有の更新様式、「伏条更新」が見られます。

また研究林内には多数の動物が棲息しています。大型の哺乳類としては、ツキノワグマをはじめ、ニホンカモシカ、ニホンジカ、ニホンザル、ニホンイノシシ、ホンドタヌキ、ホンドギツネ、ニホンアナグマ、ニホンノウサギなどの棲息が確認されています。また小型のほ乳類としては、ヤマネ、ムササビのほか、クロホオヒゲコウモリやミズラモグラなど、生物地理学上また分類学上貴重な種も見つかっています(ムササビは研究林事務所 2 階の煙突穴から入り、ロッカーの上を寝床にしています)。鳥類は、コノハズク、ヤマセミ、アカショウビン、オシドリ、アオバト、キバシリや猛禽類のオオタカ、ツミ、ハイタカ、クマタカなどが棲息し、稀にイヌワシも見られ、33 科 111 種の鳥類が記録されています。爬虫類では、ヤマカガシやマムシといった毒蛇や比較的珍しいシロマダラが確認されています。両生類では、特別天然記念物であるオオサンショウウオをはじめ、ハコネサンショウウオ、ヒダサンショウウオ、モリアオガエル、ナガレヒキガエルなどが生息し、蝶類では、アサギマダラ、ギフチョウ、ウスバシロチョウ、スギタニルリシジミなどが、またトンボ類では、グンバイイトトンボやモイワサナエなどが、カミキリ類では、ブチヒゲカミキリ、エゾトラカミキリ、ソボリンゴカミキリ、フタオビミドリトラカミキリなど、貴重な種が数多く記録されています。

地質は秩父古生層に属し、中・古生層に属する丹波帯と呼ばれる砂岩や泥岩（頁岩）の基盤岩に、東西に延びるチャート層を挟みます。土壌は大部分がやや粘質で腐食に富み表土の厚い褐色森林土ですが、標高の高い尾根付近にはしばしばポドソル土壌が見られます。

## ３．利用

芦生研究林 4,185.6ha のうち約半分の森林は、大正 10 年の演習林設定当時以来手が加えられておらず、森林の成立以来の原生的な森林も含まれています。また約 1,800ha は天然林の伐採跡地に再生

した二次林です。演習林設定後は、天然林内のアシウスギを中心に伐採され、跡地はスギを主とする人工林（250 ヘクタール）が造成されています。

人間が木材生産などを目的として苗木を植えた森林は、普通、人工林と呼ばれますが、芦生では設定当初から、自然の力を利用した木材生産方法について研究が行われてきました。つまり、天然林をうまく伐採したり手入れしたりすることによって、植栽しなくても自然の力を借りて、目的とする樹種を育成する方法です。これは天然更新と呼ばれ、ササや他の下層植生が繁茂しやすい日本では難しいとされてきました。しかし芦生はアシウスギが天然分布する地域ですので、やり方次第ではもっとも土地に向いた方法となる可能性があります。近年の林業不況の中で、より自然に近い林業の方法のひとつとして、こうした研究もふたたび注目を浴びつつあります。

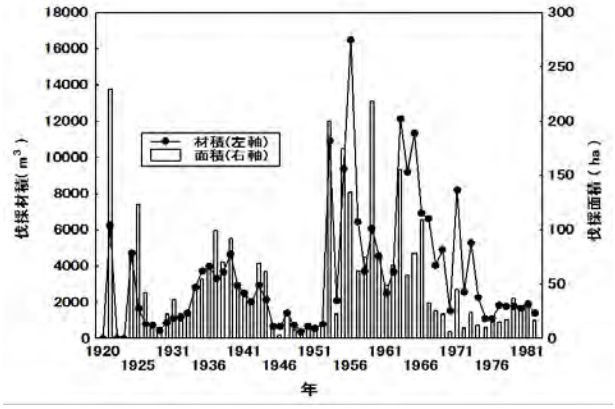



図４　木材伐採量と面積

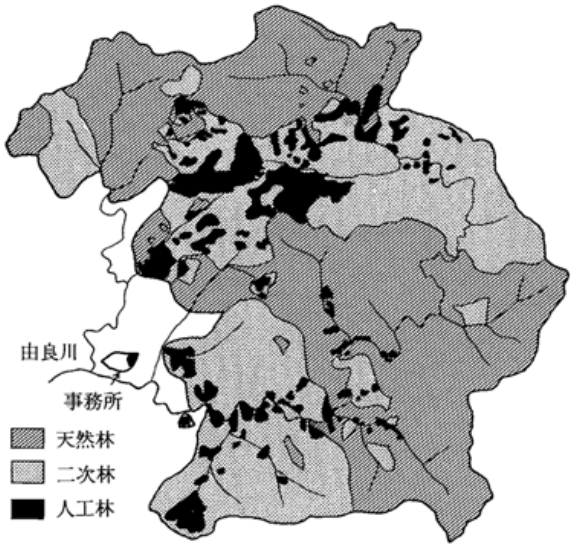



図５　芦生研究林の林相

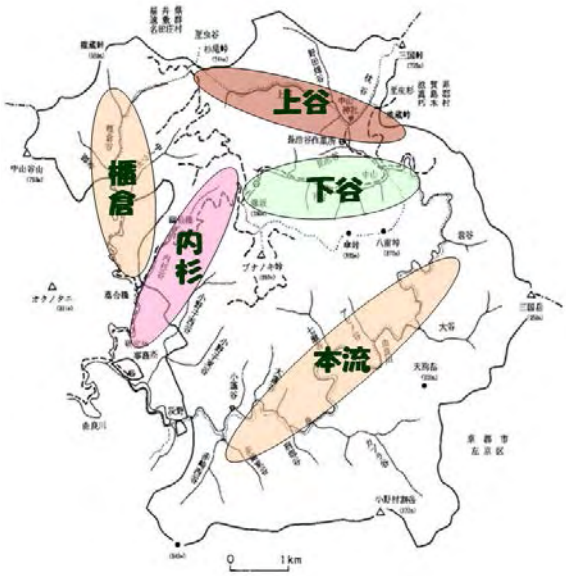



図６　芦生研究林の利用エリア

芦生研究林で林道の作設が本格的に開始されたのは 1952（昭和 27）年で、それまでは主に本流エリアの樹木を伐採、木炭を生産し、本流沿いに敷設された森林鉄道で運び出していました。1927～1928（昭和 2～3）年に開設されたこの森林鉄道の一部（事務所－灰野）は、現在でも資材の運搬等に用いられており、日本でも数少ない現役の森林鉄道となっています。2009（平成 21）年には経済産業省の近代化産業遺産に指定されました。

一方、林道が延長されるにつれ、内杉谷エリア、下谷エリアも利用しやすくなり、1970（昭和 45）年に長治谷まで開設されました。これら林道沿いには多くの人工林や天然林施業試験地が作られ、研究プロットも多く設定されています。長治谷は林道終点となり、上谷エリアには多くの天然林が残されましたが、アクセスがよくなったことから、環境研究の盛んな近年では、もっとも研究利用の多いエリアとなっています。

一方、教育、研究だけでなく、芦生には年間１万人以上の一般の方が訪れます。ただしこれは、事前に入林申請を出された方、研究林と協定を結んでいる周辺施設によるガイドツアー参加者、研究林入口に設置してある仮入林受付ボックスで入林申請を出された方の総計で、実際には数倍の一般入林者の方が（無断で）入林されているようです。

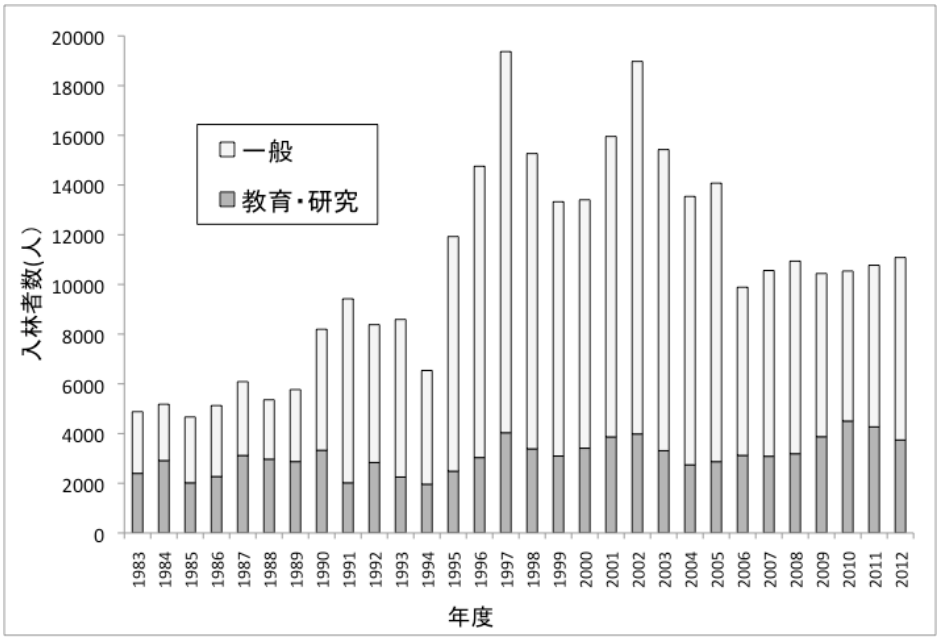



図７　近年の利用者数

ちなみに芦生の森は教育、研究のための森林で、貴重な森林を活かした多くの研究が行われていることから、研究に支障を来す恐れがあるため、無断入林や動植物の採取は厳禁となっています。特に上谷などの貴重な原生的自然が残るエリアは、一般の方にとって心安らぐ魅力的な森林ですが、研究にとっても大変貴重な森林です。動植物の最終だけでなく，歩行による土壌の締め固め自体が研究に影響を及ぼすおそれもあります。研究林の入口である事務所からは遠いですが、研究林が実施している公開講座や自然観察会、あるいは、厳しい審査を受けて許可されたガイドが同行するツアーを利用していただくことで、マイクロバスを使って現地に到達、案内してもらうことが可能ですので、決して無断入林はしないで下さい。特に近年、毎年数件の遭難事故が多発しており、数年に一度は死亡事故も起こっていますので、ご注意下さい。

## ４．森林の変化と研究プロジェクト

芦生の森は、刻一刻と変化し続けています。古くは 1949（昭和 24）年のヘスター台風や昭和 50 年代に深刻化したマツ枯れ、さらに平成初期における一般入林者の増加による歩道の拡大、そして現在では、ナラ枯れとシカ害により、芦生の森は大きく変わりつつあります。

芦生研究林で初めてナラ枯れ被害が確認されたのは 2002（平成 14）年で、低標高域のミズナラ、コナラ、クリ、ウラジロガシが被害を受けました。その後、高標高域に被害は拡大し、多くの大径のミズナラが枯死しています。

ナラ枯れはカシノナガキクイムシという体長 5mm 程度の小さい甲虫が媒介します。このムシは菌類を持って木から木へと移動し、木の中で菌類を繁殖させ、自らのエサとします。この菌類の中に樹木に害を与える病原菌が含まれているため、過剰な抵抗性反応を起こした木が枯れてしまうのです。芦生研究林では、これまでにナラ枯れの機構を解明、防除するための研究プロジェクトが組まれ、数多くの研究が行われてきました。その中で、大径木ほど被害に遭いやすいことや、特定の方位に向かって被害が拡大しやすいこと、さらに被害拡大を防止するために有効な防除方法が開発され、実行されています。

一方、ニホンジカによる下層植生の消失も大きな問題となっています。芦生では 10 年ほど前から

ニホンジカが急増し、食料不足のため多くの下層植生が食べられています。ほとんどの林分でササなどの下層植生がなくなり、丸裸になった状態となってしまいました。現在では、テツカエデやオオバアサガラ、トリカブト、バイケイソウ、イグサ、イワヒメワラビなど、毒を持つなどの理由でシカが食べない植物ばかりとなっています。

ニホンジカが急増した原因は、積雪量の減少、猟師の減少、エサ場となる新植地の減少など、様々な要因が複雑に絡み合っていると考えられています。全国で同様の問題が発生していますが、その有効かつ実行可能な対策はまだ、取られていないのが実情です。

図８は 2002 年頃にシカ柵を設置して 1 年程度経過したところです。柵の外側は別に草刈りをしたわけでもなく、シカが食べてしまった状況です。当時はまだ、シカに食べられた後の地面にも、植物の種（埋土種子）が多く含まれていたため、1 年程度で写真のように下層植生が回復しましたが、近年ではすでにこのような状況が長い期間続いたため、下層植生が回復するまで 3～5 年かかる見込みとなっています。しかも、回復したとしても、一部の種はほとんど出てきません。

図８　2003 年頃のシカ柵

芦生では、上谷エリアの長治谷、野田畑谷、ウツロ谷などでシカ柵を設置した調査が行われています。特にウツロ谷は、ひと谷すべてをシカ柵で囲み、すぐ隣のシカ柵で囲まなかった谷と、植生や流れる水がどのように変化するか、大変興味深い調査が行われています。

さらにフィールド科学教育研究センターが芦生で取り組んでいる研究プロジェクトとして、2009（平成 21）年度から「森里海連環学による地域循環木文化社会創出事業（略称、木文化プロジェクト）」が開始されました。芦生は由良川の源流ですが、由良川が日本海に注ぐ出口には、同じフィールド科学教育研究センターの舞鶴水産実験所があります。そこで、森林を伐採すると、川を通じて海にどのような影響があるか、木材を流域単位でうまく活用していく社会の仕組みはどのようなものか、を研究しています。

芦生の人工林は、他の地域と同様、間伐遅れの林分が多くなっています。こうした間伐遅れ林分を間伐し、その木材を利用し、さらに流域の環境を良くしていくための、経済的に、環境的に、社会的に持続的な方法はなにか、上記のシカの問題とあわせて、森と里と海とのつながりを大切にした社会の仕組みを模索しています。なお、このプロジェクトは、由良川だけでなく、高知県の仁淀川でも行っています。

## ５．おわりに

芦生に演習林が設定されて 93 年が経過しました。99 カ年という期間は設定当初はずっと遠い先の将来で、世の中がどのように変化しているか、予想もつかなかったことでしょう。

しかし、芦生の森の樹木の多くは樹齢 100 年を超え、中には樹齢 1,000 年と推定されているアシウスギの森もあります。森をつくり、活かす仕組みづくりは、木・森を育てるところから考えると、99 年というのは短すぎるほどの一瞬になります。

我々が未来を正確に言い当てることができるとすればそれは、2050 年には、世界の人口が 100 億人に達する、ということだけです。子供たちのためにも、人口 100 億人のなかで、貧富の差がない、

安定した平和な社会をつくるには、太陽の恵みを受けて材料・エネルギーとなる木材をつくりながら、人間をはじめとする多くの動物にとって快適な生活環境を提供してくれる森林を、どのように活用していくかにかかっているのではないかと思います。

人口 100 億人になるまで 37 年です。仮に今、スギを植えても、我々の周辺にある間伐遅れの人工林と同じか、それよりも若い森林にしかなりません。今ある原生的なすばらしい森林を保全・研究するだけでなく、今、ここにある天然林・人工林の、よりよい利用のあり方を確立し、社会の仕組みをつくることこそ、92 年前、この土地を京都大学に貸与していただいた皆様をはじめ、芦生の森を愛して下さるすべての皆様への恩返しとなると考えています。

# 由良川について

由良川は芦生研究林（林内の杉尾峠、標高 756m）に源を発し幹線流路（本流）延長 146km（全国 19 位）、標高差 700m を流れ下り若狭湾（宮津市由良と舞鶴市神埼）に注ぐ。流路に大きな平野部を持たず源流から河口までのほとんどが山間を流れるが、樹枝状に発達した支流は京都府中央部のほとんどの町を流れ流域面積は 1880 平方 $km^2$(全国 33 位)に達する。流域は京都府だけでなく、兵庫県にもまたがる。流路に大きな平野部がなく、流域面積のうち山地は 89%、平地は 11%で、福知山、綾部両市周辺の東西 20km が福知山盆地として開けているほかは流域のほとんどが山地である。由良川流域の土地利用は、6 ページの地図の通りである。

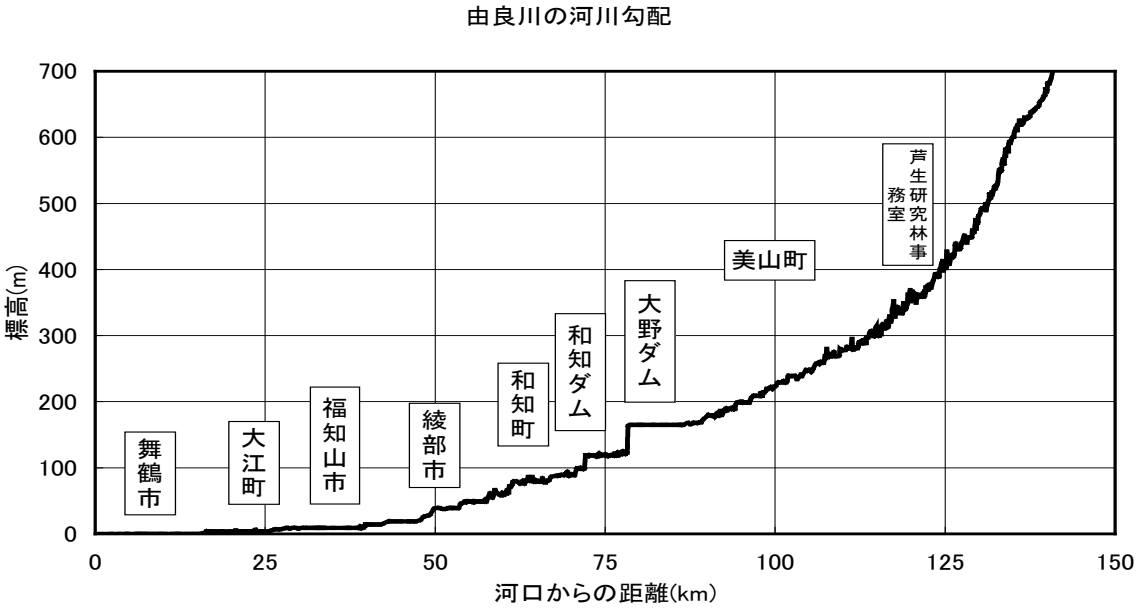
しかし、河川勾配図に見られるように、河口から 40km の福知山市までは河床勾配が非常に緩く、福知山市中心部でも標高は 10m しかない。また、河口から 17km の舞鶴市と大江町境界付近までは海水が遡上する。

このように由良川は源流から綾部市までは急傾斜の上・中流域で、下流域がほとんど無く海に注ぐ。このため、源流域に降った大雨はおよそ 6 時間ぐらいで河口に達し、綾部市より下流ではしばしば大水害に襲われた（綾部市、福知山市、大江町の役場の 1 階は由良川の水面より低い)。　そこで、古くから治水工事が行われ、16 世紀に明智光秀がつくったという堤防が由良川河畔に立つ福知山城の下に残っている（明智藪)。1953 年 9 月の 13 号台風による水害では福知山市市街地がほぼ水没し、本格的な治水計画の実施が必要と大野ダム（南丹市美山町）が築造された。由良川の本流には治水や発電が目的のダムが大野ダムのほか２基ある（京丹波町和知の和知ダム、綾部市の戸奈瀬（由良川）ダム）。京丹波町内を流れる支流にも１基のダム（畑川ダム）がある。

その後も河川改修工事は継続されたが、人口が多い綾部市と福知山市の堤防造成に力を注いだため、2004 年台風 23 号の洪水は下流域に集中し、大江町役場の一階は水没、大江町と舞鶴市の境界付近では多数のバスや乗用車が水没した。堤防で守られた綾部市と福知山市でも、支流の氾濫で広い範囲が床上浸水し、道路も寸断されたので台風通過後はたくさんの地区が孤立した。(2004 年台風 23 号は、2004 年（平成 16 年）10 月 20 日に大阪市付近に上陸した。豪雨による急速な水位上昇により、福知山市・舞鶴市・綾部市・宮津市で浸水面積約 2、606ha に達する大きな被害が出た。由良川沿いの道路（舞鶴市志高）で観光バスが水没し、乗客 37 名がバスの屋根の上で手をとり合って歌いながら一晩を過ごし、翌朝にヘリコプターで救出されたのはこの時のこと）。

河川改修というと生態系にとっては悪の権化みたいにいう人もいるが、年中洪水の恐怖にさらされている人にとっては切実な問題（いまでも綾部市から下流では少し大雨が降ると洪水警報が鳴り響いている)。この 10 年くらい、河川改修にも環境修復（ミチゲーション）の考えが取り入れられるようになったので、将来的にはかなり改善されると思われる。

問題は下水処理でこちらはとにかく水洗にして快適に暮らしたいという欲求が強すぎて十分な処理ができているとは言い難い。




公共用水域の水質測定結果からは、水質は“最後の清流”とも言われている高知県の四万十川にまったく引けをとらない。かつて、陶芸家であり、料理道を極めた北大路魯山人（1883-1959）は、由良川の、特に和知のアユ（京丹波町和知）の味を高く評価し、生きたまま東京の料亭まで運ばせて客をもてなしたという。残念ながら、現在は天然アユの遡上は綾部市の戸奈瀬（由良川）ダムまでのようである。

由良川の河口は、“由良の門（戸）”とよばれ、百人一首にも詠まれている。
「由良の門を　わたる舟人　梶をたえ　行方も知らぬ　恋の道かな」　詠み人・曾爾好忠
由良川の河口には、3 日目の調査で行く予定である。なお、由良川の支流のひとつ、宮川の源流の森である大江山も百人一首に詠まれている。
「大江山　いく野の道の　遠ければ　まだふみもみず　天の橋立」　詠み人・小式部内侍

数十万年前までは由良川は京都府福知山市付近から土師川、竹田川を南流し、兵庫県丹波市氷上町石生（いそう）付近を通って加古川へ流れていたと考えられている。その後の地殻変動により、氷上町石生付近で隆起が起こり、流れが北向きに変わった。氷上町石生付近のこの分水界は日本でもっとも低い（標高 95m）。かつて、由良川が加古川水系だったことを示す例として、オヤニラミという魚が由良川に生息していることが挙げられる。オヤニラミは主に太平洋側の河川を生息域とするが、氷上町や日吉町での分水界（流域の境界。分水嶺、流域界ともいう）の形成過程において由良川水系に移ってきて、流れが変わった後、由良川に遺ったと考えられている。由良川と丹波高地は、これまでに長い年月をかけてたびたび地形や川筋が変化していることがわかっている。由良川流域内には、流域の分水界が尾根などではなく、平坦地にあるところが 6 箇所もあり、このことからも川の流れが地殻変動や河川争奪（流域が隣接する２つの河川のうち、１つの水系の谷頭が浸食等により上流へと伸び、ついにもう１つの水系へ達すると、そこから上流の流域をすべて奪い、別の河川を自らの流域に組み入れる）によって変化してきたことが伺える。

## 河川での実習と目的

### 水は循環する

地球上にある水の 97％は海に、2。5%は南極と北極の氷にある。残りの 0。5%が雲となり雨となって川を流れている。。。つまり循環している。陸上に暮らす生き物はすべてこのわずか 0。5%の水によって支えられている。

Q. この段落には明らかな誤魔化しがあるがそれは何か？

### 命の母は海？それとも川？

海から蒸発した水は雨となり川を下り再び海に帰る。でも、ただ帰るわけではない。この循環の過程で陸上のいろんなモノを水に溶かし込み川は海に運び込む。海の塩辛さは海水がナトリウム、カリウム、塩素、マグネシウム、鉄などの塩類を含むためだが、この塩類のほとんどは、川が海に何年もかかって運び込んだモノだと考えられている。

細胞膜を通る物質の収支はナトリウムやカリウムの存在無しにはほとんどできないし、鉄や亜鉛がなければ光合成もできない。海で生命が誕生したのは間違いないだろうけれど、川がこういう物質を陸から運んでこなければ、いま地球上にあるような生命は生まれなかっただろう。さて、どっちがホントの母と言えるだろう？

Q. 海水中に存在するある物質の量を 1 年間に川から海に流れ込むその物質の量で割れば原始の海ができた時代が分かる。。。ホントか？

### 川はゴミ捨て場

人間だけではなく陸上のあらゆる生物は自らの生み出す老廃物が水によって運び去られることで生命活動を維持してきた。したがって、山から海へ一方向に絶え間なく水が流れる川は格好のゴミ捨て場である。熱力学とのアナロジーで、絶え間なく発生するエントロピーを川が運び去ってくれるので陸上の生態系は維持されているとも言える。川によって運び去られた老廃物は下流の生物によって再利用され、その繰り返しは河川連続体と呼ばれる川の生態系を形作ってきた。少なくとも 19 世紀までは。

Q. 19 世紀以前の人口と現在の人口、哺乳類のうち個体数の多そうな種（たとえばネズミ）の現存量を比較せよ。

### 河川と人間活動

20 世紀に入り人口の爆発的な増大と大量消費文明が始まった。その結果、川と川が流れ込む沿岸域＝里海は人間の排出物の汚染にまみれることになった。。。

海を汚す最大の原因は私たちの日々の暮らしである。

京都府の海や川を汚す有機汚染物質排出源の割合（%）

| | 産業系 | 生活系 | 畜産・農業・自然系 |
|---|---|---|---|
| 由良川 | 28。4 | 49。5 | 22。1 |
| 舞鶴湾 | 30。1 | 66。5 | 3。4 |
| 京都府平均 | 34。0 | 57。9 | 8。1 |

というわけで、今回の実習は人が川に流す有機物負荷量の大きさを測定し、それが里海の環境に与える影響の大きさを体験することを目的とする。

## 河川の観察

人間による有機物負荷の小さい上流から負荷の大きい下流域までの何カ所かで水質を測定し、あわせて生物採集を行い、どのような生物が生息しているかを調べる。

測定項目　懸濁物質量（SS）、COD、　透視度、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、電気伝導度、水温、ｐH、酸化還元電位、水生生物

**懸濁物質量（SS：Suspended Solid）**　単位 mg/L

水中に懸濁している粒径 1μm～2mm 程度の不溶解性物質のこと。粘土粒子、土壌粒子、微生物、生物由来の有機物などが含まれる。濁りの指標のひとつ。環境基本法により定められている環境基準によると、25mg/L 未満で河川 AA 類型に属する。高濃度では、魚類の呼吸障害、水中植物の光合成阻害などの影響がある。沈殿物として底質への影響もある。

測定方法：試水の一定量を 1 マイクロメーターのガラスフィルター（あらかじめ重量を測定したガラス繊維ろ紙、GF/F など）で濾し、フィルターを 105℃で 2 時間乾燥させた後、フィルターに捕集された粒状物質の乾燥重量を測定する。ろ過後の重量の増加分が SS 量。

観察：ろ紙上の物質を顕微鏡で観察する。

**COD（化学的酸素要求量：Chemical Oxygen Demand）**　単位 mg/L：

水中の被酸化性物質（有機物）を酸化剤で化学的に酸化したときに消費される酸化剤の量を酸素に換算したもの。同様の指標に BOD（生物学的酸素要求量）があり、これは試水を 20℃で 5 日間培養し、その間に微生物が有機物を分解するために消費した酸素の量を指標とする。普通、河川水や浄化槽の排水では BOD、湖沼や海では COD が用いられる。COD の高さは水中に有機物が多いことを示し、水質汚濁を示す重要な指標である。人為的な汚濁のない場所では、1mg/L 以下。COD が高い状態が続くと、水生生物相が貧弱になり、魚類などが生息できなくなる。

基準：人為的な汚濁のない場所では、1mg/L 以下。COD が高い状態が続くと、水生生物相が貧弱になり、魚類などが生息できなくなる。

測定方法：パックテストを使用する。

Q. 日本では同じ河川を長期にわたって測定した場合、COD／BOD の値は増加傾向にある。なぜか。

**透明度と透視度** ：水の濁りを測定する。透明度は直径 30cm の白色円盤を水中に沈め、それが見えなくなった水深と引き上げるときにそれが見え始めた水深の平均値で、海と湖沼で用いられる。透視度は底面に二重十字線が描かれたパイプに試水を注入し、二重十字線が二重に見えなくなる水の高さで、河川で使われる。・・・→実習では測定しません。
Q. 同じものを測定するのに、川では BOD と透視度、海と湖沼では COD と透明度を測定する。なぜ、測定方法が異なるのか。川では透明度板が流されたり川底に着いてしまうので透明度が測れないという現実的な理由以外に、有機物量と濁りの両方に関係する大事な生物学的理由がある。

**栄養塩** ：植物の成長に欠かせない三大栄養素（窒素、リン、カリウム）のうち、カリウムは海水にも淡水にも豊富に含まれている。そのため、水中での生物生産は窒素とリンの存在量に律速されることが多い。もちろん、これ以外の微量元素が律速因子になることもあり、たとえば、北西太平洋では窒素とリンが豊富にあるのに鉄が不足するために光合成が行えず生産量が小さいことなどが知られている。また、ケイ素は河川水中に豊富に存在するが、ダムなどで水の流れが停滞すると、大きく減少することがある。そこで、ダムの影響を調べる上では重要な項目となる。しかし、通常の河川水質では窒素とリンの存在量が問題になることが多く、狭義にはこの二種が栄養塩と呼ばれる。

窒素（硝酸態窒素、アンモニア態窒素）：単位 mg/L
　窒素は生物にとって不可欠であるが、湖沼やダム湖などの閉鎖性水域では流入量が多いと富栄養化が進み、植物プランクトンの異常増殖を引き起こす。
測定方法：パックテストを使用する。

ケイ酸（$SiO_2$）：単位 mg/L
水中の一次生産者である珪藻の被殻はケイ酸が主成分である。水中で光合成を行う珪藻は、単細胞または群体性の藻類である。珪藻は魚類の餌としても重要であり、アユの食う川底の石の表面などに付着している。自然水中のケイ酸の形態は非常に複雑で、イオン、コロイドおよび分子状のものやケイ酸塩または生物体に含まれるものなどがある。
測定方法：パックテストを使用する。

Q. なぜ、ダムなどで水の流れが停滞するとケイ素が大きく減少することがあるのか。

**電気伝導度（EC）**　単位：mS/m、μS/cm
水中のイオン総量を示す指標。水に溶けている物質はほぼすべてがイオンの形になっているために、電気伝導度は水に溶けている物質総量の指標となる。
測定方法：電気伝導度計を使って測定する。

**pH**：
　水中の水素イオン（H+）濃度の逆数の対数。水の酸性・アルカリ性の度合いを表す指標。

ｐＨ を決定する要因には、水中に溶解している炭酸塩（$HCO_3^-$）のほか、地質、生物的因子（植物プランクトンの活動など）、人間活動による影響がある。河川ではほぼ７になるが、温泉水や工業廃水が流入していると強い酸性を示すこともある。
測定方法：ガラス電極法を用いた機器（ｐＨメータ）を使って測定する。

**溶存酸素量（DO）**：水中に説けている酸素はすべての生命活動の基本になる、河川では90％以上の飽和度を示すことが多いが、停滞水域では非常に低くなることもあり、こういうところには低酸素耐性の大きい生物しか住めない。
測定方法：機器を使って測定する。

**酸化還元電位（ORP）**：水中の酸化還元状態の程度を示す指標で、ORP が＋であれば好気的条件で酸化反応が、－であれば嫌気的条件で還元反応が進行する。したがって、溶存酸素が継続的に十分あれば、ORP は＋の値をとり、継続的に不足していると－の値をとる。渓流でも枯れ葉が堆積しているような停滞域では負の値を示すことがあり、メタンガスが発生するようなドブでは－300mv 以下の低い値を示す。・・・→実習では測定しません。

**水生生物を使った水質判定**　河川の水質は時々刻々、大きく変化する。たとえば、流域下水道が整備されていない河川では、朝、洗濯や朝シャンのために洗剤に含まれる界面活性剤の濃度が急増する。また、夕方から前夜半にかけては炊事と後片付けに伴う有機物濃度が急増する。

すなわち、科学的な分析や測定はピンポイントで正確な値を得ることができるが、ある場所の水質を正確に反映していないことも多い。これに対して、ある場所にどんな生物が住んでいるか〔住むことができるか〕は、その場所の平均的な水質と密接に関係していることが期待される。

また、水生生物を使った水質判定は、高価な分析・測定機器や高度な分析技術を使わずに、誰にでもできる。もちろん、問題点がないわけではない。たとえば、若狭湾に注ぐほとんどの川では、「きれいな水」か「少し汚い水」に分類されてしまう。

## 河川についての基礎知識

**川ってなんだ:** 水が流れているところ？では、側溝は川か？
**Q.** 川を定義せよ

**川の次数**：流れ始めた源流を一次河川と呼ぶ。一次河川同士が合流した河川は二次河川、二次河川同士が合流した河川は三次河川と、同じ次数の河川が合流すると次数が一つ上がる。しかし、たとえば三次河川に二次河川が合流しても次数は変わらない。

次数は川の地形と関係があり、たとえば、河口が三次河川なら、その川は平均的には 4 本の二次河川と 16 本の一次河川で構成される。ただし、次数は明らかにフラクタルな構造を持つので、それを調べる地形図の縮尺によって変化する。たとえば、下に示した由良川

流域図で由良川は芦生研究林から二次河川として流れ出すが、同じところでも 5 万分の一地形図では三次河川、1 万分の一地形図では四次河川となる。

次数と生物の分布は関係することが知られていて、ダムも稚アユ放流もなかった明治時代の長良川でアユの漁場が形成されたのは、主に五次以上の河川で、四次以下の河川までアユが遡上するのは豊漁年に限られていた(次数は 5 万分一地形図による)。その他にも、付着藻類や水生昆虫の分布と次数の関係が知られている。

**Q.** 5 万分一地形図で宮川の次数を調べよ

**川の生態学的区分**：川は必ず**蛇行**し、また、浅くて流れが速い**瀬**と深くて流れが緩やかな**淵**を持つ。蛇行・瀬・淵の要素によって川を分類したのが京大農学部で水生昆虫を研究していた可児(1944)で、その区分は現在でも広く使われている。

川の曲がり角には必ず淵が形成されるので、次の曲がり角の淵までにいくつかの淵と瀬がある場合を A 型、瀬だけがある場合を B 型とする。この区間の落差が大きい順にａ、ｂ、ｃと分け、これらの組み合わせで区分する。実際は落差が大きくないと A 型は形成されず、逆に落差が大きいと B 型にはならない。したがって、**Aa**、 **Bb**、 **Bc** の 3 タイプに区分することになる。

**Aa** 型は、河床勾配が 1/60 以上の上流域や中間盆地からの流出域に見られる。

**Bb** 型は、河床勾配が 1/60 から 1/400 の中流域に多く、淵と淵の間に比較的流れの遅い平瀬と流れが速く白波が常に立つ早瀬がある。

**Bc** 型は、河床勾配が 1/400 以下の下流域に多く、平瀬だけで早瀬がない。

**淵の分類**：川那部による

S(Substrate)型：Aa 型の河川に見られる階段状の落ち込み。瀧や堰下の深み

R(Rock)型：大きな岩や橋脚の周りの深み

M(Meander)型：蛇行部の曲がり角にできる深み。R 型と複合していることも多い

D(Dam)型：ダムや堰の上流側の湛水部

O(Ox Bow)型：ワンド（河川沿いにある水たまり）や三日月湖

## 水生昆虫の見分け方

翅(はね)が認められ虫らしいか，多少なりともイモムシ型で翅が無いかが，第一歩.

### ① 一応虫らしい形で，翅（の基）が認められる.

| 目（Order） | 尾 | 鰓 | その他の特徴 |
|---|---|---|---|
| 蜉蝣目（カゲロウ） | 普通3本<br>長い | 側面に7対 | 肢のふ節の爪1個，例外2個<br>主として藻食性 |
| 蜻蛉目　均翅亜目　イトトンボ　カワトンボ | | 腹部末端に葉状気管鰓3個 | 捕捉用下唇　肉食性　外形は細長い |
| 蜻蛉目　均翅亜目　ムカシトンボ亜目　不均翅亜目 トンボ　ヤンマ | 極めて短かく棘状 | 外部に現われていない(直腸壁) | 捕捉用下唇 肉食性　外形は太い、体形種々 |
| セキ翅目（カワゲラ） | 2本　長い | 肢の基部に細かく多数 | 肢のふ節の爪2個<br>外形扁平　肉食　草食性 |
| 半翅目 アメンボ　マツモムシ | 種々 | ない | 吸液用の尖った口吻　肉食性<br>体形成虫に似る |

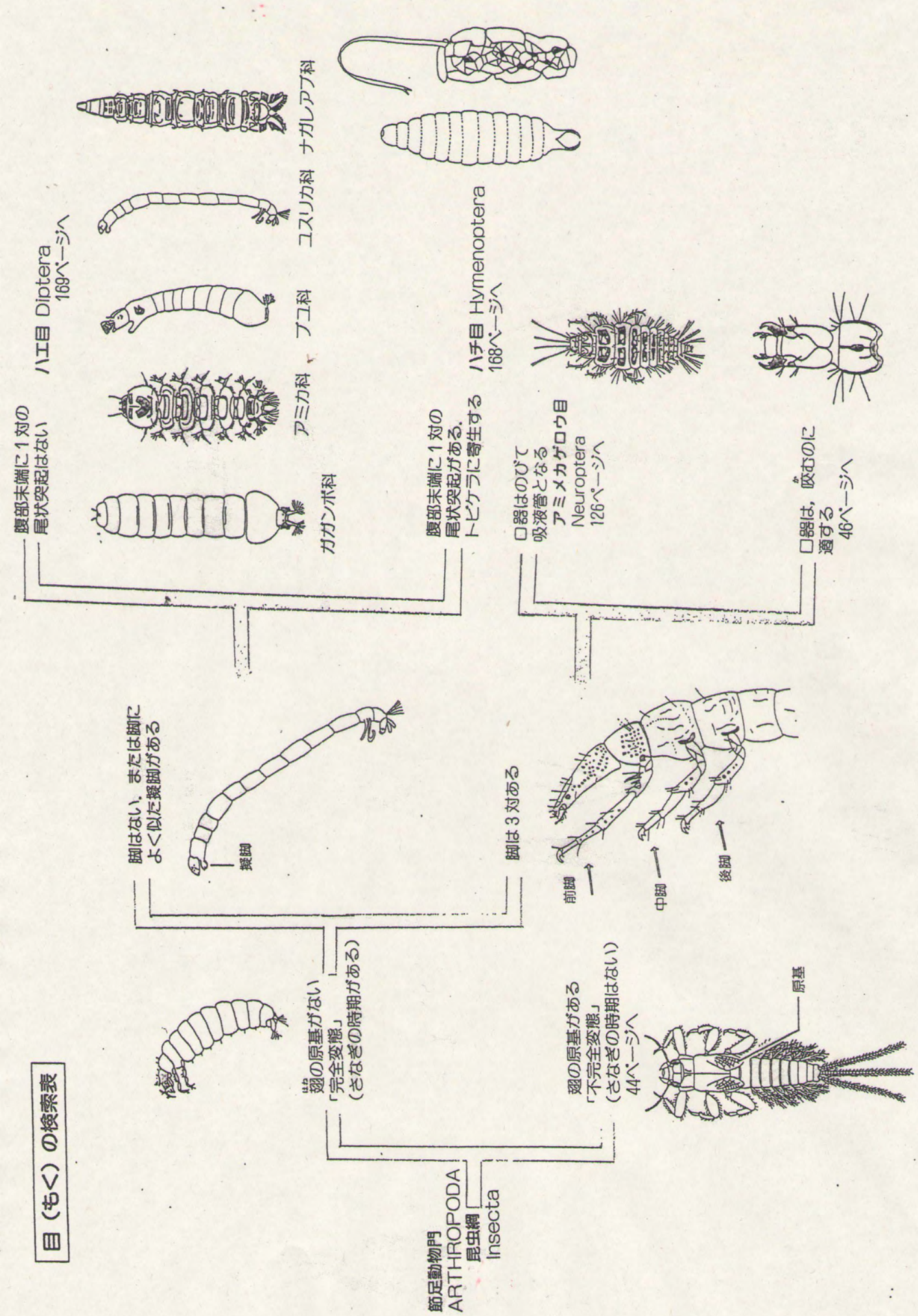
一番たくさん出てくるカワゲラとカゲロウの見分け方は，爪が二本か一本か

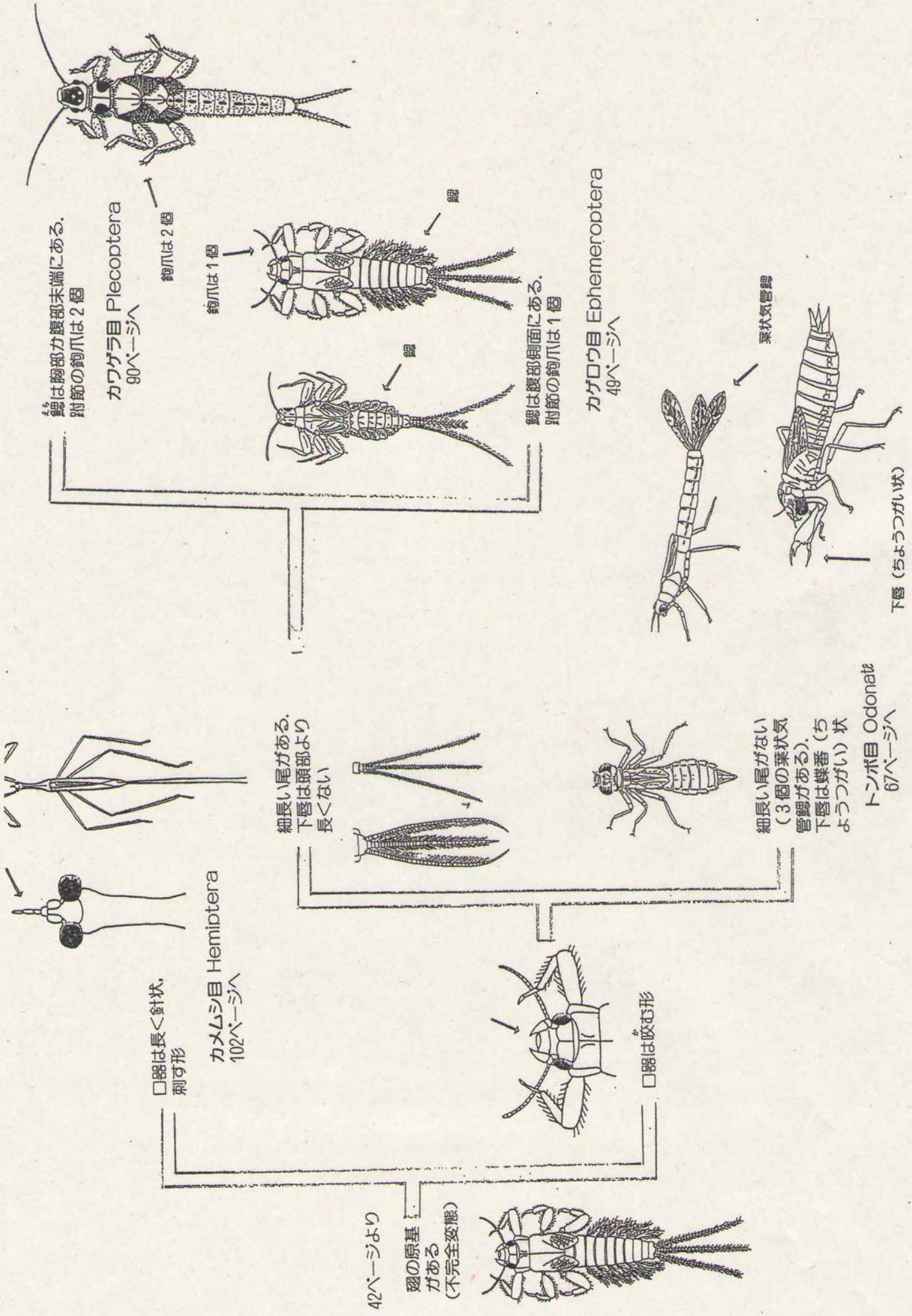
### ②多少ともイモムシ状．翅はない．肢は短いか，痕跡的か，あるいはない．

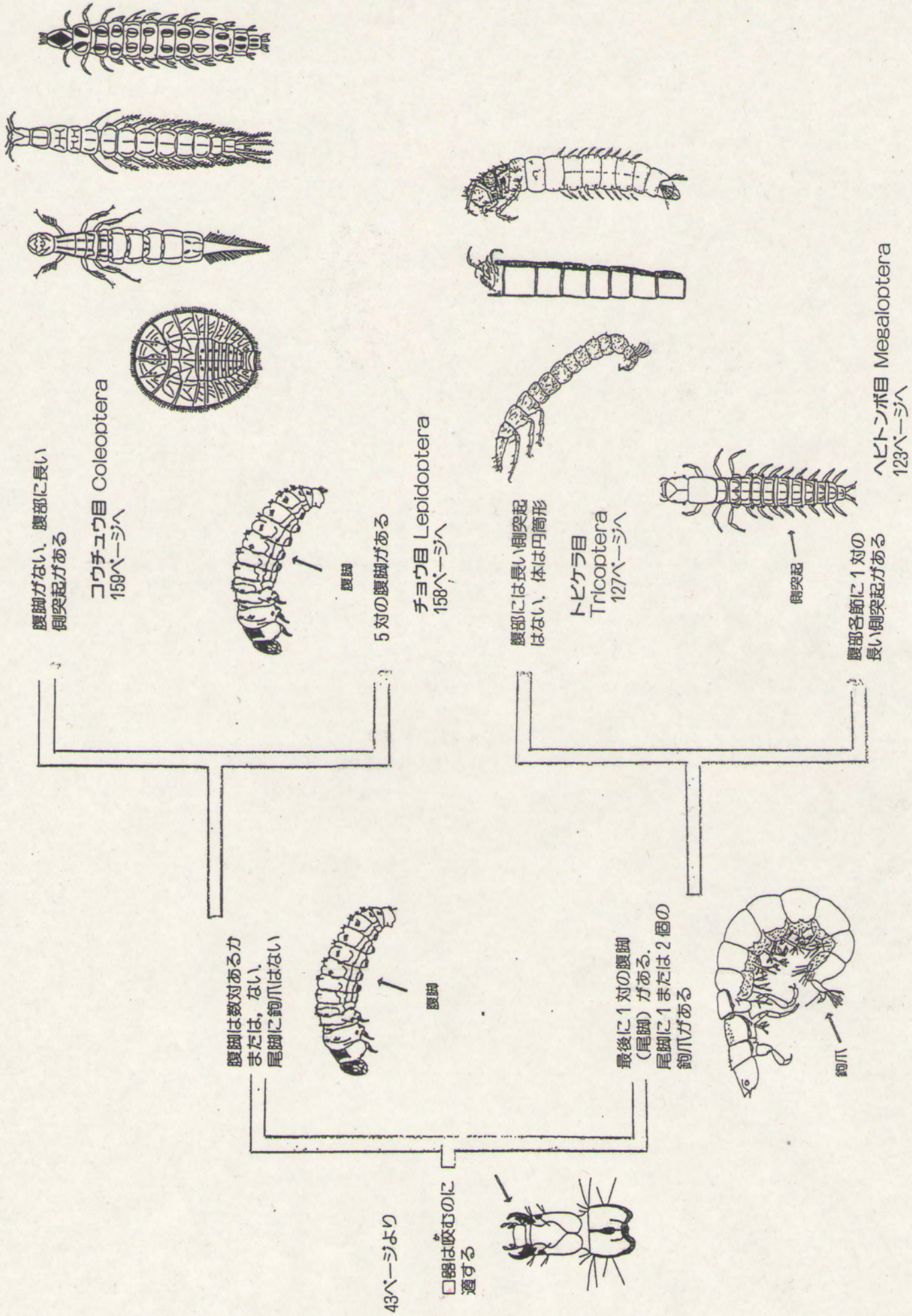
| 目（Order） | 肢 | 鰓　体の後端 | その他の特徴 |
|---|---|---|---|
| 広翅目（ヘビトンボ　センブリ） | 3対 | 糸状鰓・叢状鰓のあるもの、全くないものがある1本の長い尾をもつもの　腹部各節に1対の長い側突起　2本の鉤爪をもつもの | 肉食性 |
| 毛翅目（トビケラ） | 3対 | やや長い 種々 ないものもある　1対の尾肢<br>可携筒巣(砂粒で作った筒状の巣)をもつ | 主に藻食性 |
| 鞘翅目(ゲンゴロウ　ガムシ　ホタル) | 3対 | 通常ない　種々 | 肉食性 |
| 双翅目（カ　ブユ　アブ　アミカ） | ない | 通常1対の伸縮性肛門鰓　種々 | 頭部は小さくないようにみえる |

**腹部が長くてイモムシ状になるので，肢がある種は体の前方にまとまってある.**

（谷 幸三著　「水生昆虫の観察」第 2 改訂版　トンボ出版より）

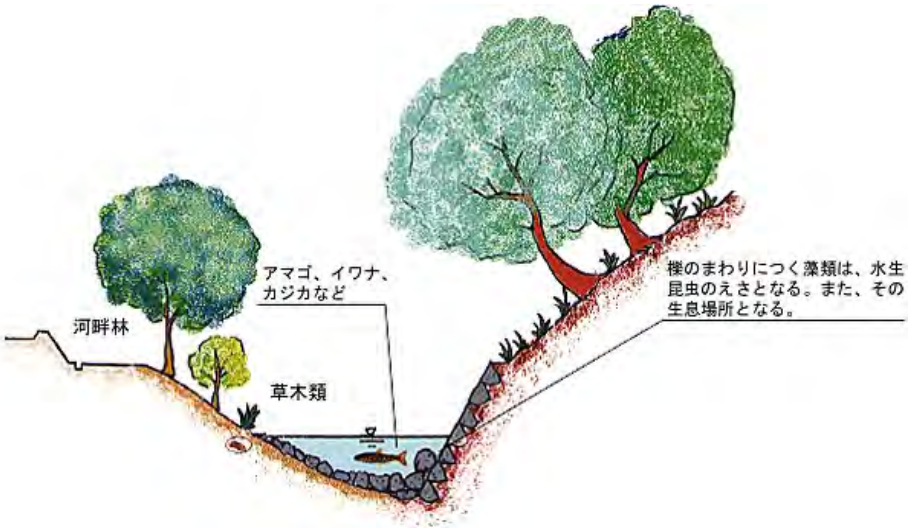

目（もく）の検索表
節足動物門
ARTHROPODA
昆虫綱
Insecta
翅の原基がない
「完全変態」
（さなぎの時期がある）
翅の原基がある
「不完全変態」
（さなぎの時期はない）
44ページへ
原基
脚はない，または脚に
よく似た擬脚がある
擬脚
脚は３対ある
前脚
中脚
後脚
腹部末端に１対の
尾状突起はない
ハエ目 Diptera
169ページへ
ガガンボ科
アミカ科
ブユ科
ユスリカ科
ナガレアブ科
腹部末端に１対の
尾状突起がある．
トビケラに寄生する
ハチ目 Hymenoptera
168ページへ
口器はのびて
吸液管となる
アミメカゲロウ目
Neuroptera
126ページへ
口器は，吸むのに
適する
46ページへ


鰓は胸部か腹部末端にある.
附節の鈎爪は２個
カワゲラ目 Plecoptera
90ページへ
鈎爪は２個
鈎爪は１個
鰓
鰓
鰓は腹部側面にある.
附節の鈎爪は１個
カゲロウ目 Ephemeroptera
49ページへ
葉状気管鰓
下唇（ちょうつがい状）
細長い尾がある.
下唇は頭部より
長くない
細長い尾がない
（３個の葉状気
管鰓がある）.
下唇は蝶番（ち
ょうつがい）状
トンボ目 Odonata
67ページへ
口器は長く針状,
刺す形
カメムシ目 Hemiptera
102ページへ
口器は咬む形
42ページより
翅の原基
がある
（不完全変態）


腹脚がない，腹部に長い
側突起がある
コウチュウ目 Coleoptera
159ページへ
腹脚
5対の腹脚がある
チョウ目 Lepidoptera
158ページへ
腹部には長い側突起
はない，体は円筒形
トビケラ目
Tricoptera
127ページへ
側突起
腹部各節に1対の
長い側突起がある
ヘビトンボ目 Megaloptera
123ページへ
腹脚は数対あるか
または，ない．
尾脚に鉤爪はない
腹脚
最後に1対の腹脚
（尾脚）がある．
尾脚に1または2個の
鉤爪がある
鉤爪
43ページより
口器は咬むのに
適する

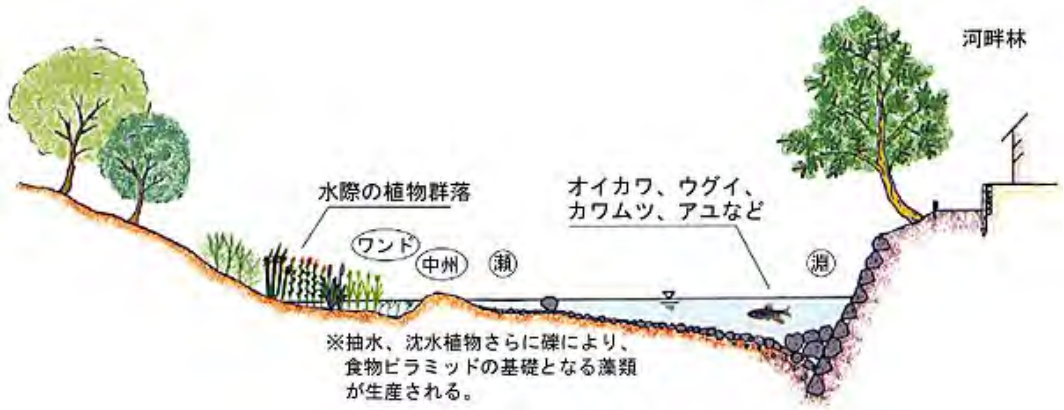
# 河川形態と水生生物

**上流・渓流域の生物生息環境の良好な河川形態**



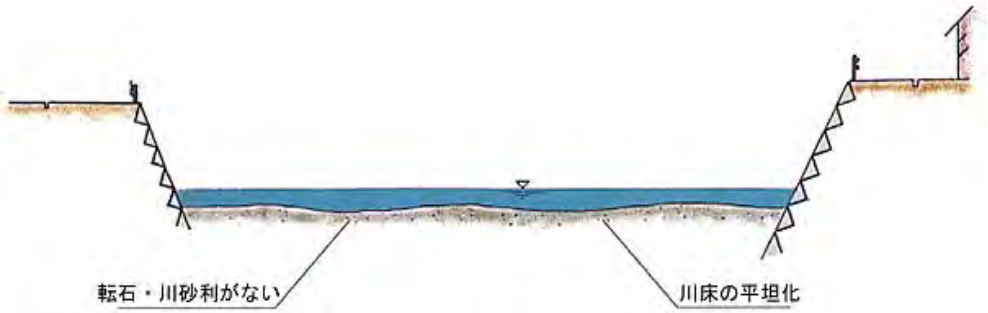

| | | |
|---|---|---|
| | ミヤマカワトンボ | 山地の渓流に生息する。 |
| | ダビドサナエ | 山地・丘陵の渓流付近にすむ。<br>泥塵をかぶっている。 |
| | フタスジモンカゲロウ | 流れのゆるやかな区域の砂泥中に生息する。 |
| | オオマダラカゲロウ | 石の下、落葉などの下に見られる。 |
| | オオヤマカワゲラ | 渓流の砂礫の間や、流れが比較的ゆるくて落葉などが堆積するところに多い。 |
| | カミムラカワゲラ | 渓流の砂礫底に生息する。 |
| | ゲンジボタル | 水のきれいな川にすむ。<br>体はやや平たく、砂礫の上をはっているが、泳ぐこともできる。 |
| | サワガニ | 清流にすむ。 |
| | カワニナ | 石に付着していたり、砂泥底にいることもある。 |
| | ニンギョウトビケラ | 山地渓流・平地流に見られる。<br>砂粒で円筒を作り、その両側に大きい砂粒３唐個づつつけた巣を作る。 |

## 中流域の生物生息環境の良好な河川形態




| | | |
|---|---|---|
| | モノアライガイ | 少し汚れた水にすむ。 |
| | ヘビトンボ | 渓流の砂礫底に見られる。 |
| | ヒゲナガカワトビケラ | 流速の速いところ､渓流の砂礫底に生息する。 |
| | ウルマーシマトビケラ | 砂粒・植物の破片などで巣を作る。山地から平地の流水中に広く生息する。 |
| | シロタニガワカゲロウ | 川の中下流に見られるが､急流部の石面や石の下に付着して生活する。 |
| | モンカゲロウ | 流れのゆるやかな区域の砂泥中に見られる。 |
| | エルモンヒラタカゲロウ | 体はやや平たく、渓流の流れの速い石面に付着している。 |
| | クロマダラカゲロウ | 山地渓流の石の下や間に生息する。 |
| | ヒラタドロムシ | 上中流の砂礫に生息する。<br>石の表面に付着して歩行し、運動はきわめてのろい。 |
| | ハグロトンボ | 比較的水のきれいな流水河川の流れがゆるやかな砂泥底に生息する。 |

## 中・下流域の在来河川（かなりきたない場合）




| | | |
|---|---|---|
| | イトミミズ | 大変汚い水に生息する。<br>溶存酸素が少なくても生存できる。 |
| | オオユスリカ | 赤い色をしたユスリガがいる場合は酸素が少ない。<br>下水溝、沼地、河川などに生息し、種類が多い。 |
| | ヒメタニシ | 泥底に生息する。<br>汚い水に生息する。 |
| | サカマキガイ | 流れのゆるやかな川岸の石に付着している。<br>汚い水に生息する。 |
| | ドブシジミ | 汚い水に生息する。 |

**食 物 連 鎖**

☆ 藻類は、食物ピラミッドの基礎となる。

福井県雪対策建設技術研究所発行の環境土木通信 Vol 8(06.1998)より転載

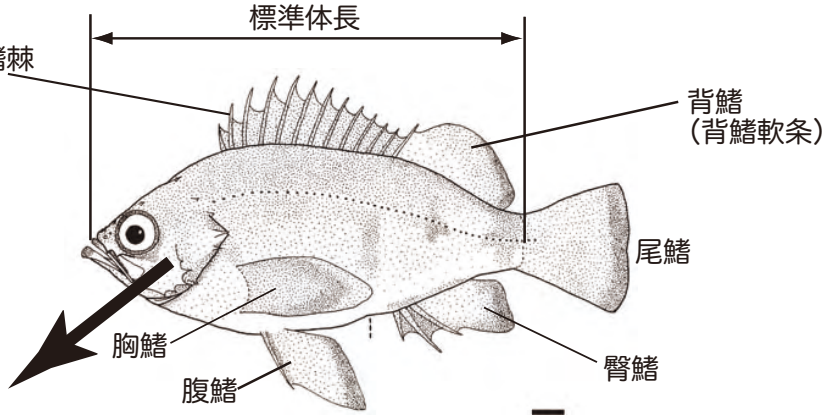
# 魚類編

実習内容：
1）魚類の採集（タモ網・刺し網）
2）個体数の計数，一部は消化管内容物調査のため持ち帰り（データ用のシート有り）
3）種同定（日本産魚類検索・日本産魚類大図鑑を参照）
4）それぞれの場所で多様度指数を計算（各班でデータを共有）（データ用のシート有り）
5）持ち帰った個体の消化管内容物調査（データ用のシート有り）
6）考察

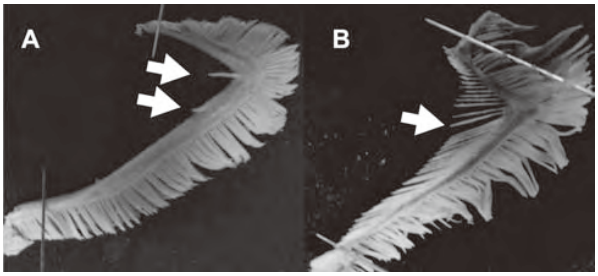
## 魚類編－１．

### 基礎知識

**魚の基本形態**

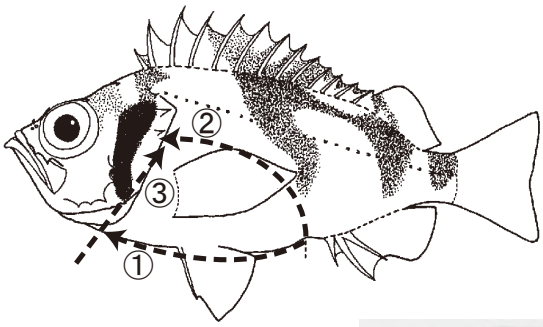



鰓耙

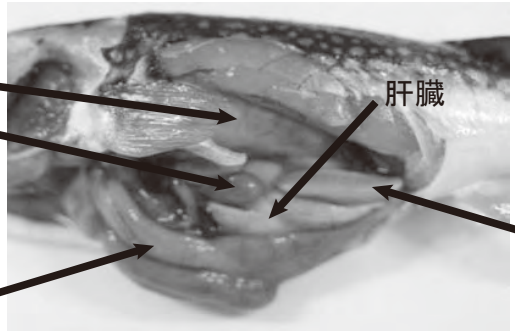



鰓耙は，鰓の内側にある櫛状の器官．餌を濾しとる器官であり，一般にプランクトン食の種では多く，肉食性の種では少ない．普通，右側の第一鰓弓（一番外側の鰓）を取り出し，数える．
図のＡはカマス科魚類（魚食性が強い），Ｂはウルメイワシ（プランクトン食）の鰓耙．

### 消化管内容物の調査




・方法
（１）左図①～③の順にハサミで切開
（２）消化管を取り出す（左下図を参照）
（３）シャーレに水を入れて，その中で消化管を切開．柄付針・ピンセットで内容物を取り出す
（４）実体顕微鏡下で観察
（５）できるだけ目レベル（可能なら科）レベルで同定
（６）まとめはシートを利用



魚類編－２．

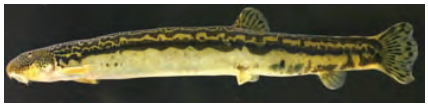
代表的な種とその解説

## １）上流部で見られる魚類

アマゴ
水生昆虫，小型の魚類などを食べる．体に赤い斑点があることで近縁のヤマメと区別可能．本来は太平洋側に流入する河川に分布するが，人為的な放流などで日本海流入河川にも見られる．川を降り，海で成長する降海型個体（サツキマス）も知られる．

タカハヤ
雑食性．体色は黄褐色から灰褐色．アブラハヤに似るが，体側の縦帯がはっきりしないこと，側線上方横列鱗数は１８以下であることなどで区別できる．アマゴ（あるいはヤマメ），カワムツと共存することが多いが，一番上流にアマゴ（あるいはヤマメ）その次にタカハヤ，ハブラハヤ，そしてカワムツの順に分布する．

カジカ（大卵型）
一見，ハゼ科魚類に似るが鰓蓋に棘があること，左右の腹鰭は癒合しないことなどで簡単に区別可能．流れの速い瀬の石の間に生息している．肉食性で，付着性の水生昆虫を主に食べている．



アジメドジョウ
山間部の河川の上流から中流に分布．付着藻類を食べる．口は直線状に開いていること，眼を通る黒色斜帯がないことで近縁種から区別できる．

アカザ
体色は明るい茶色で口にヒゲを持つナマズの仲間．胸鰭や背鰭の棘は鋭く，毒があるので刺されないように注意．主に水生昆虫を食べる．

## ２）中流部で見られる魚類

アユ
脂鰭を持ち，体側前半部に黄色い斑紋がある（．冬に海の沿岸域で動物プランクトンを食べて育ち，春になると群れをなして川を遡り，川の中流域で育つ．稚魚期には円錐状であった歯は櫛状になり，これで付着藻類を食べるようになる．この頃に縄張りをつくり，単独生活を送るようになる．秋になると川を降り，下流域で産卵すると１年で一生を終える．

カマツカ
吻は尖り，眼は頭部の高い位置にある．口ひげは１対．体色は淡褐色で，体側には円形の暗色班が，背中側には鞍状の暗色班がある．下向きに付いた口を使い，砂や砂礫を吸い込みながら餌を探す．雑食性．

ニシシマドジョウ
中流の砂底に生息している．アジメドジョウに似ているが，体側の黒斑がよりはっきりしていること，眼を通る線（写真では不明瞭）があることなどで区別できる．底生性の小動物を食べる．

ヌマチチブ
頭部は大きく，ずんぐりした体型をしている．頭部や体の側面に白い斑点があることが特徴．岩や倒木などの堅い基底がある場所を好む．雑食性．

## ３）下流部で見られる魚類

コイ
口のヒゲは２対．ほとんどが人為的に放流された個体起源で，野生型は琵琶湖の深所などごく限られた場所にしか分布しない．明瞭な胃は持たない．食性は雑食性で，カワニナなどの貝類，水生昆虫，水草や付着藻類などを食べる．

ズナガニゴイ
体型は細長く，頭部も長い．体側と各鰭には黒い斑点が並ぶ．時に砂に潜る習性がある．止水性のカゲロウ類を中心とする水生昆虫を主に食べている．

カマキリ（アユカケ）
鰓蓋には棘があるカジカの仲間．成魚は海の沿岸部や河口周辺で卵を産み，仔魚は沿岸部で浮遊生活を送った後，13～15㎜の稚魚として川を遡る．小魚などを食する．近年，全国的に減少していて，京都府の絶滅危惧種に指定されている

カマキリ（アユカケ）
鰓蓋には棘があるカジカの仲間．成魚は海の沿岸部や河口周辺で卵を産み，仔魚は沿岸部で浮遊生活を送った後，13～15㎜の稚魚として川を遡る．小魚などを食する．近年，全国的に減少していて，京都府の絶滅危惧種に指定されている．

## ４）河口部で見られる魚類

コノシロ
背鰭の後部は糸状に延び，体の側面には黒い斑点が並ぶ．本来は内湾性の魚類だが，夏季には由良川河口部にも回遊する．鰓耙はかなり多く，74～157．プランクトン食．

ボラ
背鰭は２基あり，胸鰭の付け根が青いことが特徴．本来は沿岸域の魚類だが，河口付近にも頻繁に現れる．海底の泥を吸い込むようにして口に入れ，そのなかの小動物などを食べている．

スズキ
体は側扁し，やや長い．口は大きく下顎が突出する．若魚では体側に黒い斑点があることがあるが，成長に伴い消失する．内湾や汽水域に生息する．稚魚まではヨコエビ類やアミ類を食するが，成長すると魚食性が強くなる．

ヒメハゼ
由良川河口で最も普通にみられるハゼ科魚類．体側に２つの丸が連なったような模様が５個あり，尾鰭の付け根には３叉した黒い斑紋がある．砂底を好み，小型の動物食．

由良川魚類調査（魚類相）シート

調査日　　＊データは他の班のものも見せてもらって全てのものを共有すること！！

班　メンバー（

| 調査場所 | 芦生研究林内 | | |
|---|---|---|---|
| 調査時間 | 時　分～　時　分 | 時　分～　時　分 | 時　分～　時　分 |
| 採集個体数（うち持ち帰り数） | | | |
| ウナギ目ウナギ科 | | | |
| ウナギ | (　　) | (　　) | (　　) |
| コイ目コイ科 | | | |
| アブラハヤ | (　　) | (　　) | (　　) |
| ウグイ | (　　) | (　　) | (　　) |
| オイカワ | (　　) | (　　) | (　　) |
| カワムツ | (　　) | (　　) | (　　) |
| コイ | (　　) | (　　) | (　　) |
| タカハヤ | (　　) | (　　) | (　　) |
| フナ類 | (　　) | (　　) | (　　) |
| ニゴイ | (　　) | (　　) | (　　) |
| ヌマムツ | (　　) | (　　) | (　　) |
| その他コイ科 | (　　) | (　　) | (　　) |
| コイ目ドジョウ科 | | | |
| アジメドジョウ | (　　) | (　　) | (　　) |
| シマドジョウ | (　　) | (　　) | (　　) |
| スジシマドジョウ | | | |
| ドジョウ | (　　) | (　　) | (　　) |
| ナマズ目アカザ科 | | | |
| アカザ | (　　) | (　　) | (　　) |
| ナマズ目ギギ科 | | | |
| ギギ | (　　) | (　　) | (　　) |
| サケ目サケ科 | | | |
| ヤマメ | (　　) | (　　) | (　　) |
| サケ目アユ科 | | | |
| アユ | (　　) | (　　) | (　　) |
| ダツ目メダカ科 | | | |
| メダカ | (　　) | (　　) | (　　) |
| スズキ目スズキ科 | | | |
| オヤニラミ | (　　) | (　　) | (　　) |
| スズキ目ハゼ科 | | | |
| ゴクラクハゼ | (　　) | (　　) | (　　) |
| ヌマチチブ | (　　) | (　　) | (　　) |
| ヨシノボリ類 | (　　) | (　　) | (　　) |
| その他の魚類 | (　　) | (　　) | (　　) |
| 合計種数 | | | |
| 合計個体数 | | | |
| 多様度指数 | | | |

＊シンプソンの多様度指数　群集の中の種iの個体数の割合がpiの場合　$SID = 1-\Sigma pi^2$

由良川魚類調査（魚類相）シート

調査日　　＊データは他の班のものも見せてもらって全てのものを共有すること！！

班　メンバー（

| 調査場所 | | | |
|---|---|---|---|
| 調査時間 | 時　分～　時　分 | 時　分～　時　分 | 時　分～　時　分 |
| 採集個体数（うち持ち帰り数） | | | |
| ウナギ目ウナギ科 | | | |
| ウナギ | （　） | （　） | （　） |
| コイ目コイ科 | | | |
| アブラハヤ | （　） | （　） | （　） |
| ウグイ | （　） | （　） | （　） |
| オイカワ | （　） | （　） | （　） |
| カワムツ | （　） | （　） | （　） |
| コイ | （　） | （　） | （　） |
| タカハヤ | （　） | （　） | （　） |
| フナ類 | （　） | （　） | （　） |
| ニゴイ | （　） | （　） | （　） |
| ヌマムツ | （　） | （　） | （　） |
| その他コイ科 | （　） | （　） | （　） |
| コイ目ドジョウ科 | | | |
| アジメドジョウ | （　） | （　） | （　） |
| シマドジョウ | （　） | （　） | （　） |
| スジシマドジョウ | | | |
| ドジョウ | （　） | （　） | （　） |
| ナマズ目アカザ科 | | | |
| アカザ | （　） | （　） | （　） |
| ナマズ目ギギ科 | | | |
| ギギ | （　） | （　） | （　） |
| サケ目サケ科 | | | |
| ヤマメ | （　） | （　） | （　） |
| サケ目アユ科 | | | |
| アユ | （　） | （　） | （　） |
| ダツ目メダカ科 | | | |
| メダカ | （　） | （　） | （　） |
| スズキ目スズキ科 | | | |
| オヤニラミ | （　） | （　） | （　） |
| スズキ目ハゼ科 | | | |
| ゴクラクハゼ | （　） | （　） | （　） |
| ヌマチチブ | （　） | （　） | （　） |
| ヨシノボリ類 | （　） | （　） | （　） |
| その他の魚類 | （　） | （　） | （　） |
| 合計種数 | | | |
| 合計個体数 | | | |
| 多様度指数 | | | |

＊シンプソンの多様度指数　群集の中の種iの個体数の割合がpiの場合　$SID = 1-\Sigma pi^2$

由良川魚類調査（胃内容物）シート

班　メンバー（　　）　担当採集場所：

採集日時

＊データは他の班のものも見せてもらって全てのものを共有すること！！

種名：

| 個体A | 個体B | 個体C |
|---|---|---|
| 標準体長：　mm | 標準体長：　mm | 標準体長：　mm |
| 重量：　g | 重量：　g | 重量：　g |
| 胃内容物重量：　g | 胃内容物重量：　g | 胃内容物重量：　g |
| 胃内容物（目レベル）：個体数 | 胃内容物（目レベル）：個体数 | 胃内容物（目レベル）：個体数 |
| カワゲラ目： | カワゲラ目： | カワゲラ目： |
| トビケラ目： | トビケラ目： | トビケラ目： |
| クモ類： | クモ類： | クモ類： |
| ユスリカ幼虫： | ユスリカ幼虫： | ユスリカ幼虫： |
| トンボ目： | トンボ目： | トンボ目： |
| その他昆虫： | その他昆虫： | その他昆虫： |
| 魚類： | 魚類： | 魚類： |
| その他特記事項 | その他特記事項 | その他特記事項 |

種名：

| 個体A | 個体B | 個体C |
|---|---|---|
| 標準体長：　mm | 標準体長：　mm | 標準体長：　mm |
| 重量：　g | 重量：　g | 重量：　g |
| 胃内容物重量：　g | 胃内容物重量：　g | 胃内容物重量：　g |
| 胃内容物（目レベル）：個体数 | 胃内容物（目レベル）：個体数 | 胃内容物（目レベル）：個体数 |
| カワゲラ目： | カワゲラ目： | カワゲラ目： |
| トビケラ目： | トビケラ目： | トビケラ目： |
| クモ類： | クモ類： | クモ類： |
| ユスリカ幼虫： | ユスリカ幼虫： | ユスリカ幼虫： |
| トンボ目： | トンボ目： | トンボ目： |
| その他昆虫： | その他昆虫： | その他昆虫： |
| 魚類： | 魚類： | 魚類： |
| その他特記事項 | その他特記事項 | その他特記事項 |

由良川魚類調査（胃内容物）シート

班　メンバー（　　）　担当採集場所：

採集日時

＊データは他の班のものも見せてもらって全てのものを共有すること！！

種名：

| 個体A | 個体B | 個体C |
|---|---|---|
| 標準体長：　mm | 標準体長：　mm | 標準体長：　mm |
| 重量：　g | 重量：　g | 重量：　g |
| 胃内容物重量：　g | 胃内容物重量：　g | 胃内容物重量：　g |
| 胃内容物（目レベル）：個体数 | 胃内容物（目レベル）：個体数 | 胃内容物（目レベル）：個体数 |
| カワゲラ目： | カワゲラ目： | カワゲラ目： |
| トビケラ目： | トビケラ目： | トビケラ目： |
| クモ類： | クモ類： | クモ類： |
| ユスリカ幼虫： | ユスリカ幼虫： | ユスリカ幼虫： |
| トンボ目： | トンボ目： | トンボ目： |
| その他昆虫： | その他昆虫： | その他昆虫： |
| 魚類： | 魚類： | 魚類： |
| その他特記事項 | その他特記事項 | その他特記事項 |

種名：

| 個体A | 個体B | 個体C |
|---|---|---|
| 標準体長：　mm | 標準体長：　mm | 標準体長：　mm |
| 重量：　g | 重量：　g | 重量：　g |
| 胃内容物重量：　g | 胃内容物重量：　g | 胃内容物重量：　g |
| 胃内容物（目レベル）：個体数 | 胃内容物（目レベル）：個体数 | 胃内容物（目レベル）：個体数 |
| カワゲラ目： | カワゲラ目： | カワゲラ目： |
| トビケラ目： | トビケラ目： | トビケラ目： |
| クモ類： | クモ類： | クモ類： |
| ユスリカ幼虫： | ユスリカ幼虫： | ユスリカ幼虫： |
| トンボ目： | トンボ目： | トンボ目： |
| その他昆虫： | その他昆虫： | その他昆虫： |
| 魚類： | 魚類： | 魚類： |
| その他特記事項 | その他特記事項 | その他特記事項 |

データシート

| 観測ステーション | 長治谷 | 芦生 |
|---|---|---|
| 日時 | 2014/8/7 | 2014/8/7 |
| 水温　℃ | | |
| pH | | |
| 電気伝導度(EC)　mS/m | | |
| 塩分 | | |
| DO（溶存酸素）　mg/L | | |
| COD　（パックテスト）　mg/L | | |
| アンモニア態窒素（パックテス　mg/L | | |
| AAQによる測定 | | |
| 水深　m | | |
| 水温　℃ | | |
| 濁度　ppm | | |
| pH | | |
| DO(溶存酸素）　mg/L | | |
| クロロフィル　μg/L | | |
| 亜硝酸帯窒素　mg/L | | |
| 硝酸態窒素　mg/L | | |
| ケイ素　mg/L | | |
| リン酸態リン　mg/L | | |
| 懸濁物質（SS）　mg/L | | |
| ろ過水量　ml | | |
| (A)蒸発後（ろ紙＋残渣）　g | | |
| ろ紙重量　g | | |
| 残渣重量　g | | |
| 強熱減量（VSS）　mg/L | | |
| (B)灰化後（ろ紙＋残渣）　g | | |
| (A)−(B)　g | | |
| 観測・採集地点の様子<br>（川底の状態、にごり、におい、など気づいたこと） | | |

データシート

| 観測ステーション | 大野ダム　表層 | 大野ダム　底層 | 和知 |
|---|---|---|---|
| 日時 | 2014/8/8 | 2014/8/8 | 2014/8/8 |
| 水温　℃ | | | |
| pH | | | |
| 電気伝導度(EC)　mS/m | | | |
| 塩分 | | | |
| DO（溶存酸素）　mg/L | | | |
| COD　（パックテスト）　mg/L | | | |
| アンモニア態窒素（パックテス　mg/L | | | |
| AAQによる測定 | | | |
| 水深　m | | | |
| 水温　℃ | | | |
| 濁度　ppm | | | |
| pH | | | |
| DO(溶存酸素）　mg/L | | | |
| クロロフィル　μg/L | | | |
| 亜硝酸帯窒素　mg/L | | | |
| 硝酸態窒素　mg/L | | | |
| ケイ素　mg/L | | | |
| リン酸態リン　mg/L | | | |
| 懸濁物質（SS）　mg/L | | | |
| ろ過水量　ml | | | |
| (A)蒸発後（ろ紙＋残渣）　g | | | |
| ろ紙重量　g | | | |
| 残渣重量　g | | | |
| 強熱減量（VSS）　mg/L | | | |
| (B)灰化後（ろ紙＋残渣）　g | | | |
| (A)−(B)　g | | | |
| 観測・採集地点の様子<br>（川底の状態、にごり、におい、など気づいたこと） | | | |

データシート

| 観測ステーション | 犀川（支流） | 犀川との合流点付近 | 和久川（支流） | 和久川との合流点付近 |
|---|---|---|---|---|
| 日時 | 2014/8/8 | 2014/8/8 | 2014/8/8 | 2014/8/8 |
| 水温　℃ | | | | |
| pH | | | | |
| 電気伝導度(EC)　mS/m | | | | |
| 塩分 | | | | |
| DO（溶存酸素）　mg/L | | | | |
| COD　（パックテスト）　mg/L | | | | |
| アンモニア態窒素（パックテス　mg/L | | | | |
| AAQによる測定 | | | | |
| 水深　m | | | | |
| 水温　℃ | | | | |
| 濁度　ppm | | | | |
| pH | | | | |
| DO(溶存酸素）　mg/L | | | | |
| クロロフィル　μg/L | | | | |
| 亜硝酸帯窒素　mg/L | | | | |
| 硝酸態窒素　mg/L | | | | |
| ケイ素　mg/L | | | | |
| リン酸態リン　mg/L | | | | |
| 懸濁物質（SS）　mg/L | | | | |
| ろ過水量　ml | | | | |
| (A)蒸発後（ろ紙＋残渣）　g | | | | |
| ろ紙重量　g | | | | |
| 残渣重量　g | | | | |
| 強熱減量（VSS）　mg/L | | | | |
| (B)灰化後（ろ紙＋残渣）　g | | | | |
| (A)−(B)　g | | | | |
| 観測・採集地点の様子<br>（川底の状態、にごり、におい、など気づいたこと） | | | | |

データシート

| 観測ステーション | 神崎（河口） | 神崎（海） |
|---|---|---|
| 日時 | 2014/8/9 | 2014/8/9 |
| 水温　℃ | | |
| pH | | |
| 電気伝導度(EC)　mS/m | | |
| 塩分 | | |
| DO（溶存酸素）　mg/L | | |
| COD　（パックテスト）　mg/L | | |
| アンモニア態窒素（パックテス　mg/L | | |
| AAQによる測定 | | |
| 水深　m | | |
| 水温　℃ | | |
| 濁度　ppm | | |
| pH | | |
| DO(溶存酸素）　mg/L | | |
| クロロフィル　μg/L | | |
| 亜硝酸帯窒素　mg/L | | |
| 硝酸態窒素　mg/L | | |
| ケイ素　mg/L | | |
| リン酸態リン　mg/L | | |
| 懸濁物質（SS）　mg/L | | |
| ろ過水量　ml | | |
| (A)蒸発後（ろ紙＋残渣）　g | | |
| ろ紙重量　g | | |
| 残渣重量　g | | |
| 強熱減量（VSS）　mg/L | | |
| (B)灰化後（ろ紙＋残渣）　g | | |
| (A)−(B)　g | | |
| 観測・採集地点の様子<br>（川底の状態、にごり、におい、など気づいたこと） | | |

## 2013　由良川コース　水生昆虫、ベントス 1/2

| 長治谷 | | |
|---|---|---|
| 分類群名 | 個体数 | 備考 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| 芦生 | | |
|---|---|---|
| 分類群名 | 個体数 | 備考 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| 大野ダム | | |
|---|---|---|
| 分類群名 | 個体数 | 備考 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| 和知 | | |
|---|---|---|
| 分類群名 | 個体数 | 備考 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

## 2013　由良川コース　水生昆虫、ベントス 2/2

| 犀川 | | |
|---|---|---|
| 分類群名 | 個体数 | 備考 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| 和久川 | | |
|---|---|---|
| 分類群名 | 個体数 | 備考 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| 河口（神崎） | | |
|---|---|---|
| 分類群名 | 個体数 | 備考 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| 海（神崎） | | |
|---|---|---|
| 分類群名 | 個体数 | 備考 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

## プランクトン　1/2

| 長治谷 | |
|---|---|
| 分類群名 | 備考 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| 芦生 | |
|---|---|
| 分類群名 | 備考 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| 大野ダム | |
|---|---|
| 分類群名 | 備考 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| 和知 | |
|---|---|
| 分類群名 | 備考 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

## プランクトン　2/2

| 犀川 | |
|---|---|
| 分類群名 | 備考 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| 和久川 | |
|---|---|
| 分類群名 | 備考 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| 神崎（河口側） | |
|---|---|
| 分類群名 | 備考 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| 神崎（河口側） | |
|---|---|
| 分類群名 | 備考 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

## 土壌データシート

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 調査地点 | | | | | | 備考 |
| 深さ　　cm | | | | | | |
| 層位 | | | | | | |
| 色、構造、など、気づいた点 | | | | | | |
| 室内分析：処理方法。ふるいのメッシュ、土壌と水の比率など | | | | | | |
| pH | | | | | | pH計 |
| EC(電気伝導度) | mS/m | | | | | 電気伝導度計 |
| ｱﾝﾓﾆｱ態窒素 | mg/L | | | | | パックテスト |
| 硝酸態窒素 | mg/L | | | | | オートアナライザー |
| 亜硝酸態窒素 | mg/L | | | | | オートアナライザー |
| ケイ酸態ケイ素 | mg/L | | | | | オートアナライザー |
| リン酸態リン | mg/L | | | | | オートアナライザー |

腐植層（A0層）

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 調査地点 | | | | | |
| 気づいた点など | | | | | |
| 重量　　g | | | | | |
| 採取面積 | | | | | |
| 単位換算　　$g/m^2$ | | | | | |

# 資料：　データ集

**公共用水データ**
由良川本流　BOD、COD
由良川支流　BOD、COD
由良川本流　全窒素・全リン
由良川支流および舞鶴湾流入河川　全窒素・全リン

**2011，2012，2013年の実習データ**

**由良川流域土地利用図**

## 参考1　公共用水データ　由良川本流

BOD75%(ppm)

| | 出合橋 | 安野橋 | 大野ダム下 | 須川橋 | 山家橋 | 以久田橋 | 音無瀬橋 | 筈巻橋 | 波美橋 | 由良川橋 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1981 | | 0.6 | 0.7 | | 0.9 | 0.9 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1982 | | 1.5 | 1.3 | | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1.1 | 1.1 | 0.9 |
| 1983 | | 1.7 | 1.8 | | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 1 | 1.1 | 1 |
| 1984 | | 0.5 | 0.6 | | 0.9 | 1 | 1.1 | 1 | 1 | 1.1 |
| 1985 | | 0.5 | 1.1 | | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1 | 0.8 |
| 1986 | | 0.6 | 0.8 | | 1.6 | 1 | 1.1 | 1.1 | 1 | 0.9 |
| 1987 | | 0.5 | 0.7 | | 1.2 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.7 |
| 1988 | | 0.5 | 0.6 | | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.7 |
| 1989 | 0.6 | 0.6 | 1.2 | 1.3 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 1 | 1 | 0.9 |
| 1990 | 0.5 | 0.5 | 0.9 | 1.2 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 1 | 1 |
| 1991 | 0.5 | 0.5 | 0.7 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| 1992 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 1.1 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 1 | 1.1 | 0.8 |
| 1993 | 0.6 | 0.5 | 0.7 | 1.3 | 0.9 | 0.9 | 1 | 1.3 | 1.4 | 1 |
| 1994 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 1.2 | 1 | 1.3 | 1 | 1.6 | 1.1 | 1.1 |
| 1995 | 0.5 | 0.6 | 1 | 1.1 | 0.9 | 1 | 0.7 | 1.1 | 0.9 | 0.7 |
| 1996 | 0.5 | 0.5 | 0.8 | 1.1 | 1.6 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 1997 | 0.6 | 0.5 | 0.9 | 1.3 | 1.2 | 0.7 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.6 |
| 1998 | 0.9 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 1.4 | 0.7 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 0.6 |
| 1999 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.7 | 1.4 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 0.7 | 0.8 |
| 2000 | 0.8 | 1 | 0.5 | 1.3 | 1.3 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.6 |
| 2001 | 0.5 | 0.7 | 1.2 | 0.9 | 1 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 2002 | 0.8 | 0.6 | 0.7 | 1.3 | 1.2 | 0.9 | 0.8 | 1.1 | 0.8 | 0.8 |
| 2003 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 | 1.2 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 2004 | 0.6 | 1 | 1.1 | 0.7 | 1.3 | 0.7 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 2005 | 0.9 | 0.8 | 1.1 | 1.3 | 1.8 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.6 |
| 2006 | 1.2 | 0.9 | 1.1 | 1.2 | 1.4 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.6 |
| 2007 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 1.4 | 1.3 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.5 |
| 2008 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 1.1 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.9 |
| 2009 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 0.7 |

| 平均値 | 出合橋 | 安野橋 | 大野ダム下 | 須川橋 | 山家橋 | 以久田橋 | 音無瀬橋 | 筈巻橋 | 波美橋 | 由良川橋 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 85-89 | | 0.54 | 0.88 | | 1.04 | 0.82 | 0.88 | 0.92 | 0.94 | 0.80 |
| 90-94 | 0.52 | 0.60 | 0.78 | 1.18 | 0.86 | 0.86 | 0.88 | 1.14 | 1.06 | 0.92 |
| 95-99 | 0.60 | 0.60 | 0.86 | 1.30 | 1.30 | 0.80 | 0.70 | 0.86 | 0.76 | 0.68 |
| 00-04 | 0.64 | 0.76 | 0.80 | 1.04 | 1.20 | 0.78 | 0.78 | 0.92 | 0.80 | 0.70 |
| 05-09 | 0.76 | 0.68 | 0.82 | 1.10 | 1.28 | 0.68 | 0.72 | 0.74 | 0.72 | 0.66 |

## 参考2　公共用水データ　由良川本流

COD75%(ppm)

| | 出合橋 | 安野橋 | 大野ダム下 | 須川橋 | 山家橋 | 以久田橋 | 音無瀬橋 | 筈巻橋 | 波美橋 | 由良川橋 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1981 | | | | | | | | | | |
| 1982 | | | | | | | | | | |
| 1983 | | | | | | | | | | |
| 1984 | | | | | | | | | | |
| 1985 | | 1.1 | 1.5 | | 1.9 | 1.8 | 2.2 | 2.5 | 2.5 | 2.6 |
| 1986 | | 1.5 | 1.8 | | 1.5 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 1.9 | 2.7 |
| 1987 | | 0.6 | 0.9 | | 1.9 | 2 | 2 | 2.1 | 2.2 | 2.5 |
| 1988 | | 0.5 | 0.5 | | 1.9 | 1.6 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.8 |
| 1989 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 1.5 | 2.2 | 1.8 | 2 | 2.2 | 1.9 | 2.2 |
| 1990 | 0.5 | 0.5 | 0.9 | 2.1 | 2.1 | 2.3 | 2.4 | 2.7 | 2.2 | 2.3 |
| 1991 | 0.9 | 0.8 | 1.2 | 1.8 | 2.1 | 1.9 | 2 | 2.1 | 2.2 | 2.2 |
| 1992 | 0.7 | 0.8 | 1.2 | 2.3 | 1.9 | 2 | 2.4 | 2.7 | 2.5 | 2.3 |
| 1993 | 0.9 | 0.7 | 1.1 | 2 | 1.6 | 2.7 | 2.6 | 3 | 2.9 | 2.8 |
| 1994 | 1 | 1.2 | 1.5 | 2.4 | 2.1 | 2.9 | 2.4 | 2.8 | 3 | 3 |
| 1995 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 2.3 | 1.9 | 2.2 | 2.1 | 2.5 | 2.3 | 2.2 |
| 1996 | 1 | 1.3 | 1.3 | 1.8 | 2.5 | 2.3 | 2.2 | 2.2 | 2.3 | 2.3 |
| 1997 | 0.8 | 0.8 | 1.1 | 2 | 2.3 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 1.9 | 2.3 |
| 1998 | 1.5 | 1.5 | 1.7 | 2.1 | 2 | 2.3 | 2.4 | 2.4 | 2.3 | 2.4 |
| 1999 | 1 | 1.3 | 1.3 | 2 | 2.4 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.3 |
| 2000 | 1 | 1.2 | 1.2 | 2.7 | 2.4 | 2.6 | 2.4 | 2.6 | 2.6 | 2.5 |
| 2001 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 2.5 | 2 | 2.1 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.8 |
| 2002 | 1.6 | 1.5 | 1.5 | 3 | 1.7 | 2.5 | 2.7 | 2.8 | 2.7 | 2.7 |
| 2003 | 1.6 | 1.3 | 1.3 | 2.3 | 2 | 2.6 | 2.5 | 2.7 | 2.6 | 2.5 |
| 2004 | 1.4 | 1.2 | 1.2 | 2.1 | 2.1 | 2.4 | 2.4 | 2.3 | 2.8 | 2.6 |
| 2005 | 1.2 | 1 | 1.3 | 1.5 | 1.6 | 2.2 | 2.3 | 2.5 | 2.3 | 2.4 |
| 2006 | 1.3 | 1.6 | 2.1 | 2.6 | 2.1 | 2.1 | 2.2 | 1.9 | 2.4 | 2.3 |
| 2007 | 1.4 | 1.3 | 1.6 | 2.3 | 2.5 | 2.3 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.3 |
| 2008 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.6 | 1.7 | 2.1 | 2.3 | 2.3 | 2.2 | 2.3 |
| 2009 | 2 | 1.5 | 1.7 | 1.7 | 2.3 | 2.3 | 2.4 | 2.4 | 2.6 | 2.3 |

| | 出合橋 | 安野橋 | 大野ダム下 | 須川橋 | 山家橋 | 以久田橋 | 音無瀬橋 | 筈巻橋 | 波美橋 | 由良川橋 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 85-89 | | 0.84 | 1.06 | | 1.88 | 1.78 | 1.92 | 2.08 | 2.06 | 2.36 |
| 90-94 | 0.80 | 0.80 | 1.18 | 2.12 | 1.96 | 2.36 | 2.36 | 2.66 | 2.56 | 2.52 |
| 95-99 | 1.04 | 1.20 | 1.36 | 2.04 | 2.22 | 2.22 | 2.20 | 2.28 | 2.20 | 2.30 |
| 00-04 | 1.40 | 1.32 | 1.32 | 2.52 | 2.04 | 2.44 | 2.42 | 2.52 | 2.60 | 2.62 |
| 05-09 | 1.42 | 1.32 | 1.58 | 1.94 | 2.04 | 2.20 | 2.32 | 2.30 | 2.38 | 2.32 |

## 参考3　公共用水データ　由良川支流

BOD75%(ppm)

| | 棚野川 | 高屋川 | 上林川 | 八田川 | 犀川 | 弘法川 | 和久川 | 牧川 | 宮川 | 伊佐津川 | 高野川 | 与保呂川 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1985 | | 0.9 | | 2.2 | 3.2 | | 7.3 | 1 | | 2.5 | 7.2 | 5.9 |
| 1986 | | 1.5 | | 2.3 | 1.4 | | 4.5 | 1.3 | | 2.7 | 6.6 | 4.3 |
| 1987 | | 1.1 | | | 1.5 | | 3 | 1.2 | | 3.9 | 5.3 | 3.5 |
| 1988 | | 1.1 | | 1.5 | 1.3 | | 4.2 | 1.9 | | 0.9 | 6.2 | 3.5 |
| 1989 | | 1.7 | 0.8 | 1.5 | 1.9 | | 5.2 | 2.7 | | 2 | 7.2 | 3.7 |
| 1990 | | 1.5 | 0.5 | 1.2 | 2.3 | | 4.5 | 2 | | 1.2 | 5.5 | 3.1 |
| 1991 | | 1.2 | 0.6 | 1.3 | 2.2 | 2.4 | 3.4 | 1.7 | | 1.6 | 6.1 | 3.1 |
| 1992 | | 1.3 | 0.9 | 0.9 | 2.2 | 1.9 | 4.6 | 1.8 | | 1.5 | 7.4 | 3.6 |
| 1993 | | 1.3 | 0.8 | 1.4 | 1.6 | 2.8 | 5.9 | 1.4 | | 1.1 | 6.2 | 2.5 |
| 1994 | | 1.8 | 1.3 | 2.9 | 1.4 | 5.8 | 14 | 1.2 | | 1.5 | 9.8 | 3.1 |
| 1995 | | 2.2 | 1.1 | 2 | 1.7 | 2.2 | 1.9 | 1.6 | | 2.1 | 5.4 | 3.4 |
| 1996 | 0.5 | 1.2 | 2 | 2.7 | 2 | 2.6 | 2.8 | 2.3 | 1.3 | 0.9 | 5 | 1.6 |
| 1997 | 0.7 | 2 | 1.5 | 1.6 | 1.9 | 1.9 | 1.3 | 1.5 | 1.3 | 1.4 | 4.7 | 2.5 |
| 1998 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.6 | 1.2 | 3.4 | 3 | 1.9 | 1.7 | 1 | 4.4 | 1.8 |
| 1999 | 0.5 | 1.4 | 1.6 | 2.3 | 1.3 | 3.1 | 2.8 | 2.8 | 3.1 | 1.8 | 5 | 2.2 |
| 2000 | 0.7 | 1.9 | 1.8 | 1.7 | 1.7 | 2.1 | 1.7 | 1.4 | 1.3 | 1.7 | 3.9 | 1.4 |
| 2001 | 0.8 | 1.7 | 1 | 1.8 | 2.2 | 2.4 | 2.1 | 1.4 | 1.8 | 1.4 | 3.5 | 1.8 |
| 2002 | 0.8 | 1.4 | 0.8 | 2.1 | 2 | 3.3 | 2.5 | 3.3 | 2.8 | 0.8 | 4.3 | 1 |
| 2003 | 0.5 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.1 | 2.5 | 2 | 2.5 | 1.6 | 0.8 | 4.1 | 1.1 |
| 2004 | 1.1 | 1.5 | 1.6 | 1.9 | 1.4 | 1.6 | 1.3 | 1.5 | 1.1 | 1 | 2.6 | 1.5 |
| 2005 | 1.1 | 1.5 | 1.2 | 2.3 | 1.1 | 2.4 | 2.3 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 3.1 | 1.9 |
| 2006 | 1 | 1.4 | 1.3 | 2.3 | 3.2 | 2 | 1.4 | 1.4 | 1.2 | 1.3 | 3 | 1.8 |
| 2007 | 0.8 | 0.8 | 1.7 | 1.6 | 1.4 | 2.5 | 0.7 | 1 | 0.9 | 1.1 | 1.7 | 1 |
| 2008 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 1.8 | 1.5 | 1.4 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 1.2 | 2.2 | 1.5 |
| 2009 | 0.5 | 0.7 | 1 | 1.6 | 1.3 | 1.6 | 1.1 | 0.8 | 0.5 | 1.2 | 1.8 | 1.6 |

| | 棚野川 | 高屋川 | 上林川 | 八田川 | 犀川 | 弘法川 | 和久川 | 牧川 | 宮川 | 伊佐津川 | 高野川 | 与保呂川 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 85-89 | | 1.26 | 0.80 | 1.88 | 1.86 | | 4.84 | 1.62 | | 2.40 | 6.50 | 4.18 |
| 90-94 | | 1.42 | 0.82 | 1.54 | 1.94 | 3.23 | 6.48 | 1.62 | | 1.38 | 7.00 | 3.08 |
| 95-99 | 0.73 | 1.60 | 1.50 | 2.04 | 1.62 | 2.64 | 2.36 | 2.02 | 1.85 | 1.44 | 4.90 | 2.30 |
| 00-04 | 0.78 | 1.54 | 1.28 | 1.76 | 1.68 | 2.38 | 1.92 | 2.02 | 1.72 | 1.14 | 3.68 | 1.36 |
| 05-09 | 0.78 | 1.02 | 1.20 | 1.92 | 1.70 | 1.98 | 1.26 | 1.12 | 0.96 | 1.28 | 2.36 | 1.56 |

| COD/BOD | 棚野川 | 高屋川 | 上林川 | 八田川 | 犀川 | 弘法川 | 和久川 | 牧川 | 宮川 | 伊佐津川 | 高野川 | 与保呂川 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 85-89 | | 2.2 | 2.8 | 2.5 | 2.6 | | 1.5 | 1.2 | | 1.4 | 0.9 | 1.1 |
| 90-94 | | 2.2 | 2.5 | 2.9 | 2.1 | 1.5 | 1.5 | 1.4 | | 1.8 | 0.9 | 1.3 |
| 95-99 | 1.6 | 2.1 | 1.5 | 2.0 | 2.6 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 1.5 | 1.1 | 1.3 |
| 00-04 | 1.4 | 2.3 | 1.8 | 2.4 | 2.1 | 1.4 | 1.6 | 1.2 | 1.2 | 1.8 | 1.1 | 2.0 |
| 05-09 | 1.4 | 3.2 | 1.6 | 2.4 | 2.0 | 1.8 | 2.0 | 1.7 | 1.8 | 1.4 | 1.3 | 1.6 |

## 参考4　公共用水データ　由良川支流

COD75%(ppm)

| | 棚野川 | 高屋川 | 上林川 | 八田川 | 犀川 | 弘法川 | 和久川 | 牧川 | 宮川 | 伊佐津川 | 高野川 | 与保呂川 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1985 | | 2.6 | | 4.5 | | | 8 | 1.8 | | 3.4 | 7.4 | 5.5 |
| 1986 | | 3.3 | | 5.2 | | | 8.3 | 2.2 | | 4.4 | 6.8 | 4.8 |
| 1987 | | 3.4 | | | | | 6.4 | 1.6 | | 4.9 | 5.6 | 4.6 |
| 1988 | | 2.3 | | 4.1 | | | 7.5 | 1.7 | | 1.5 | 5.4 | 3.5 |
| 1989 | | 2.4 | 2.2 | 5.2 | 4.9 | | 5.8 | 2.3 | | 2 | 5.5 | 4 |
| 1990 | | 3.2 | 2.2 | 4.7 | 4.1 | | 5.6 | 2.6 | | 2.5 | 6.8 | 4.4 |
| 1991 | | 2.5 | 1.9 | 4.1 | 4.6 | 4.6 | 6.6 | 1.9 | | 3.3 | 5.7 | 4.3 |
| 1992 | | 3.8 | 1.8 | 3.6 | 3.6 | 3.5 | 8.6 | 2.3 | | 2.8 | 6 | 4.6 |
| 1993 | | 2.4 | 2.2 | 4.3 | 4.6 | 3.9 | 10 | 2.4 | | 1.7 | 5.4 | 3.3 |
| 1994 | | 4 | 2.3 | 5.4 | 3.7 | 6.9 | 17 | 2.5 | | 2.4 | 6.8 | 2.9 |
| 1995 | | 5.1 | 1.9 | 4.1 | 4.3 | 3.9 | 3.3 | 1.8 | | 2.2 | 5.3 | 3.6 |
| 1996 | 1.2 | 2.7 | 2.7 | 4.4 | 4.6 | 3.1 | 2.9 | 2.3 | 1.7 | 2.4 | 5.5 | 3.2 |
| 1997 | 0.8 | 2.9 | 2.8 | 4.9 | 5.6 | 3.5 | 2.7 | 2.3 | 1.9 | 2.2 | 5.4 | 3.2 |
| 1998 | 1.4 | 3.1 | 2 | 2.8 | 2.4 | 3.3 | 3 | 2.4 | 2 | 1.8 | 5.5 | 2.5 |
| 1999 | 1.2 | 2.9 | 2 | 4.1 | 3.8 | 2.6 | 2.5 | 2.5 | 1.9 | 2.4 | 4.6 | 2.9 |
| 2000 | 1 | 3.7 | 2.4 | 4 | 3.3 | 3.9 | 2.7 | 2.2 | 2 | 2.3 | 3.7 | 2 |
| 2001 | 1.3 | 3.7 | 2.6 | 2.8 | 3.6 | 3.4 | 3.7 | 2.6 | 2.2 | 2 | 3.9 | 2.6 |
| 2002 | 1.1 | 4.1 | 2.3 | 5.8 | 3.8 | 3.8 | 4 | 3 | 2.1 | 2.4 | 4.6 | 3.5 |
| 2003 | 1.2 | 3.3 | 2 | 4.2 | 3.6 | 3 | 3.4 | 3 | 2.7 | 1.9 | 4.1 | 3.4 |
| 2004 | 0.9 | 2.9 | 2.1 | 4.6 | 3.4 | 2.8 | 1.7 | 1.8 | 1.4 | 1.7 | 3.8 | 2.3 |
| 2005 | 0.8 | 3.2 | 1.3 | 4.5 | 3.5 | 3 | 2.8 | 2 | 2.8 | 1.6 | 3.5 | 2 |
| 2006 | 1.2 | 4.2 | 2 | 4.8 | 3 | 5.2 | 2.1 | 2 | 1.7 | 1.9 | 3.2 | 2.7 |
| 2007 | 1.1 | 3.2 | 2.4 | 4.6 | 3.5 | 4.1 | 1.9 | 2.1 | 1.3 | 1.9 | 3.3 | 2.6 |
| 2008 | 0.8 | 2.5 | 1.5 | 4.4 | 3.2 | 2.5 | 3.2 | 1.4 | 0.9 | 1.4 | 2.3 | 1.7 |
| 2009 | 1.6 | 3.3 | 2.5 | 4.9 | 3.9 | 2.9 | 2.9 | 2.1 | 1.7 | 2.2 | 2.6 | 3.6 |

| | 棚野川 | 高屋川 | 上林川 | 八田川 | 犀川 | 弘法川 | 和久川 | 牧川 | 宮川 | 伊佐津川 | 高野川 | 与保呂川 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 85-89 | | 2.80 | 2.20 | 4.75 | 4.90 | | 7.20 | 1.92 | | 3.24 | 6.14 | 4.48 |
| 90-94 | | 3.18 | 2.08 | 4.42 | 4.12 | 4.73 | 9.56 | 2.34 | | 2.54 | 6.14 | 3.90 |
| 95-99 | 1.15 | 3.34 | 2.28 | 4.06 | 4.14 | 3.28 | 2.88 | 2.26 | 1.88 | 2.20 | 5.26 | 3.08 |
| 00-04 | 1.10 | 3.54 | 2.28 | 4.28 | 3.54 | 3.38 | 3.10 | 2.52 | 2.08 | 2.06 | 4.02 | 2.76 |
| 05-09 | 1.10 | 3.28 | 1.94 | 4.64 | 3.42 | 3.54 | 2.58 | 1.92 | 1.68 | 1.80 | 2.98 | 2.52 |

**参考5　　公共用水データ　　由良川本流および舞鶴湾流入河川**
**全窒素・全リン（ppm）**

| 全窒素 | 出合橋 | 安野橋 | 大野ダム下 | 須川橋 | 山家橋 | 以久田橋 | 音無瀬橋 | 筈巻橋 | 波美橋 | 由良川橋 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1999 | 0.28 | 0.36 | 0.36 | 0.59 | 0.55 | 0.57 | 0.63 | 0.84 | 0.78 | 0.84 |
| 2000 | 0.31 | 0.79 | 0.4 | 0.56 | 0.66 | 0.68 | 0.67 | 0.95 | 0.93 | 0.88 |
| 2001 | 0.31 | 0.37 | 0.32 | 0.5 | 0.56 | 0.57 | 0.6 | 0.83 | 0.77 | 0.75 |
| 2002 | 0.29 | 0.32 | 0.35 | 0.6 | 0.56 | 0.67 | 0.68 | 0.87 | 0.83 | 0.8 |
| 2003 | 0.18 | 0.18 | 0.22 | 0.44 | 0.48 | 0.53 | 0.58 | 0.78 | 0.72 | 0.75 |
| 2004 | 0.22 | 0.25 | 0.28 | 0.5 | 0.61 | 0.61 | 0.63 | 0.77 | 0.77 | 0.78 |
| 2005 | 0.37 | 0.47 | 0.53 | 0.6 | 0.57 | 0.66 | 0.69 | 0.93 | 0.9 | 0.84 |
| 2006 | 0.34 | 0.32 | 0.37 | 0.55 | 0.69 | | | | | |
| 2007 | 0.42 | 0.38 | 0.44 | 0.61 | 0.92 | | | | | |
| 2008 | 0.38 | 0.85 | 0.39 | 0.51 | 0.57 | | | | | |
| 2009 | 0.29 | 0.25 | 0.29 | 0.36 | 0.44 | | | | | |
| 00-04 | 0.262 | 0.382 | 0.314 | 0.520 | 0.574 | 0.612 | 0.632 | 0.840 | 0.804 | 0.792 |

| 全リン | 出合橋 | 安野橋 | 大野ダム下 | 須川橋 | 山家橋 | 以久田橋 | 音無瀬橋 | 筈巻橋 | 波美橋 | 由良川橋 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1999 | 0.007 | 0.008 | 0.009 | 0.028 | 0.012 | 0.026 | 0.027 | 0.040 | 0.033 | 0.035 |
| 2000 | 0.005 | 0.015 | 0.007 | 0.052 | 0.020 | 0.034 | 0.031 | 0.042 | 0.049 | 0.042 |
| 2001 | 0.004 | 0.009 | 0.008 | 0.020 | 0.016 | 0.034 | 0.034 | 0.047 | 0.045 | 0.039 |
| 2002 | 0.004 | 0.008 | 0.006 | 0.025 | 0.020 | 0.036 | 0.035 | 0.053 | 0.051 | 0.050 |
| 2003 | 0.004 | 0.005 | 0.006 | 0.022 | 0.020 | 0.031 | 0.035 | 0.042 | 0.044 | 0.045 |
| 2004 | 0.005 | 0.010 | 0.011 | 0.030 | 0.025 | 0.032 | 0.033 | 0.036 | 0.048 | 0.042 |
| 2005 | 0.012 | 0.015 | 0.037 | 0.036 | 0.020 | 0.030 | 0.036 | 0.061 | 0.053 | 0.050 |
| 2006 | 0.011 | 0.011 | 0.013 | 0.031 | 0.024 | | | | | |
| 2007 | 0.009 | 0.010 | 0.010 | 0.032 | 0.026 | | | | | |
| 2008 | 0.009 | 0.010 | 0.012 | 0.020 | 0.017 | | | | | |
| 2009 | 0.014 | 0.014 | 0.014 | 0.025 | 0.015 | | | | | |
| 00-04 | 0.004 | 0.009 | 0.008 | 0.030 | 0.020 | 0.033 | 0.034 | 0.044 | 0.047 | 0.044 |

## 参考6　公共用水データ　由良川支流および舞鶴湾流入河川
## 全窒素・全リン（ppm）

| 全窒素 | 棚野川 | 高屋川 | 上林川 | 八田川 | 犀川 | 弘法川 | 和久川 | 牧川 | 宮川 | 伊佐津川 | 高野川 | 与保呂川 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1999 | 0.34 | 1.40 | 0.56 | 0.93 | 0.88 | 1.70 | 0.87 | 1.00 | 0.58 | 0.86 | 1.00 | 0.80 |
| 2000 | 0.35 | 1.50 | 0.58 | 0.85 | 0.86 | 1.50 | 0.98 | 1.00 | 0.56 | 0.77 | 1.00 | 0.70 |
| 2001 | 0.28 | 1.50 | 0.56 | 0.93 | 0.64 | 1.30 | 0.87 | 0.90 | 0.57 | 0.65 | 0.90 | 0.64 |
| 2002 | 0.24 | 1.50 | 0.62 | 1.10 | 0.93 | 1.30 | 0.94 | 1.10 | 0.60 | 0.56 | 1.10 | 0.55 |
| 2003 | 0.17 | 1.10 | 0.39 | 1.10 | 0.73 | 1.20 | 0.75 | 0.88 | 0.45 | 0.47 | 1.00 | 0.52 |
| 2004 | 0.23 | 1.10 | 0.61 | 0.98 | 0.86 | 1.60 | 0.58 | 1.10 | 0.68 | 0.58 | 1.00 | 0.70 |
| 2005 | 0.60 | 1.20 | 0.54 | 1.20 | 0.85 | 1.40 | 1.00 | 1.20 | 0.76 | 0.67 | 1.00 | 0.70 |
| 2006 | 0.30 | 1.10 | 0.77 | 2.20 | 0.71 | 1.20 | 0.75 | 0.98 | 0.68 | 0.67 | 0.80 | 0.56 |
| 2007 | 0.34 | 1.00 | 0.69 | 1.30 | 0.86 | 1.20 | 0.83 | 0.93 | 0.52 | 0.98 | 0.90 | 0.73 |
| 2008 | 0.55 | 1.10 | 0.63 | 1.50 | 0.80 | 0.68 | 0.71 | 0.89 | 0.50 | 0.71 | 0.79 | 0.54 |
| 2009 | 0.25 | 1.10 | 0.54 | 1.20 | 0.69 | 0.75 | 0.51 | 0.77 | 0.44 | 0.60 | 0.69 | 0.36 |
| 00-04 | 0.254 | 1.340 | 0.552 | 0.992 | 0.804 | 1.380 | 0.824 | 0.996 | 0.572 | 0.606 | 1.000 | 0.622 |
| 05-09 | 0.408 | 1.100 | 0.634 | 1.480 | 0.782 | 1.046 | 0.760 | 0.954 | 0.580 | 0.726 | 0.836 | 0.578 |

| 全リン | 棚野川 | 高屋川 | 上林川 | 八田川 | 犀川 | 弘法川 | 和久川 | 牧川 | 宮川 | 伊佐津川 | 高野川 | 与保呂川 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1999 | 0.014 | 0.081 | 0.013 | 0.061 | 0.053 | 0.027 | 0.022 | 0.023 | 0.010 | 0.023 | 0.062 | 0.020 |
| 2000 | 0.018 | 0.078 | 0.023 | 0.076 | 0.054 | 0.025 | 0.042 | 0.038 | 0.025 | 0.030 | 0.076 | 0.014 |
| 2001 | 0.010 | 0.110 | 0.016 | 0.063 | 0.042 | 0.027 | 0.041 | 0.035 | 0.012 | 0.018 | 0.048 | 0.016 |
| 2002 | 0.007 | 0.094 | 0.020 | 0.080 | 0.069 | 0.025 | 0.032 | 0.034 | 0.022 | 0.022 | 0.054 | 0.022 |
| 2003 | 0.007 | 0.091 | 0.017 | 0.080 | 0.054 | 0.042 | 0.047 | 0.035 | 0.016 | 0.019 | 0.058 | 0.023 |
| 2004 | 0.008 | 0.120 | 0.017 | 0.110 | 0.064 | 0.034 | 0.023 | 0.027 | 0.016 | 0.022 | 0.066 | 0.020 |
| 2005 | 0.045 | 0.110 | 0.018 | 0.130 | 0.066 | 0.034 | 0.058 | 0.056 | 0.027 | 0.020 | 0.073 | 0.024 |
| 2006 | 0.010 | 0.150 | 0.022 | 0.170 | 0.038 | 0.041 | 0.030 | 0.043 | 0.027 | 0.049 | 0.052 | 0.018 |
| 2007 | 0.010 | 0.130 | 0.018 | 0.130 | 0.028 | 0.035 | 0.038 | 0.033 | 0.011 | 0.035 | 0.057 | 0.019 |
| 2008 | 0.010 | 0.120 | 0.020 | 0.140 | 0.052 | 0.020 | 0.042 | 0.035 | 0.016 | 0.024 | 0.043 | 0.017 |
| 2009 | 0.017 | 0.095 | 0.020 | 0.130 | 0.058 | 0.024 | 0.031 | 0.036 | 0.010 | 0.022 | 0.066 | 0.035 |
| 00-04 | 0.010 | 0.099 | 0.019 | 0.082 | 0.057 | 0.031 | 0.037 | 0.034 | 0.018 | 0.022 | 0.060 | 0.019 |
| 05-09 | 0.018 | 0.121 | 0.020 | 0.140 | 0.048 | 0.031 | 0.040 | 0.041 | 0.018 | 0.030 | 0.058 | 0.023 |

## 由良川コース　森林土壌の化学性

芦生研究林、長治谷付近の土壌

2011年

| | | A層 | B層 |
|---|---|---|---|
| 日時 | | 8月8日 | 8月8日 |
| pH | | 4.45 | 4.9 |
| 電気伝導度(EC) | mS/m | 3.54 | 1.223 |
| アンモニア態窒素 | mg/L | － | 0.49 |
| 硝酸態窒素 | mg/L | － | 0.9 |
| ケイ酸 | mg/L | － | 9.7 |

土壌pH,EC測定用　土壌：水＝1：2.5

土壌溶液は土壌：水＝１：３の比率で調整

アンモニア態窒素、硝酸態窒素、ケイ酸はパックテストで分析

2012年

| | | A層 | AB層 | B層 |
|---|---|---|---|---|
| 日時 | | 8月6日 | 8月6日 | 8月6日 |
| pH | | 4.29 | 4.64 | 4.76 |
| 電気伝導度(EC) | mS/m | 8.81 | 6.64 | 5.53 |
| パックテストによる分析 | | | | |
| アンモニア態窒素 | mg/L | under | under | 0.2 |
| オートアナライザーによる分析 | | | | |
| 亜硝酸態窒素 | mg/L | 0.007 | 0.002 | 0.002 |
| 硝酸態窒素 | mg/L | 0.595 | 0.544 | 0.468 |
| ケイ素 | mg/L | 0.005 | 0.043 | 0.111 |
| リン酸態リン | mg/L | 0.004 | 0.000 | 0.000 |

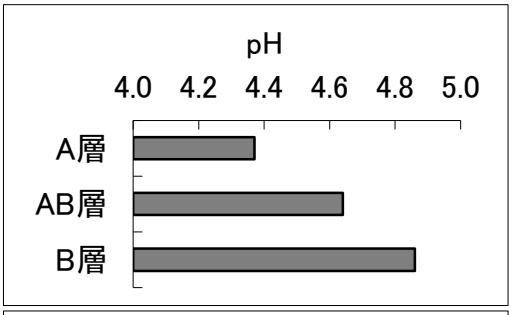
土壌pH,EC測定用　土壌：水＝1：2.5

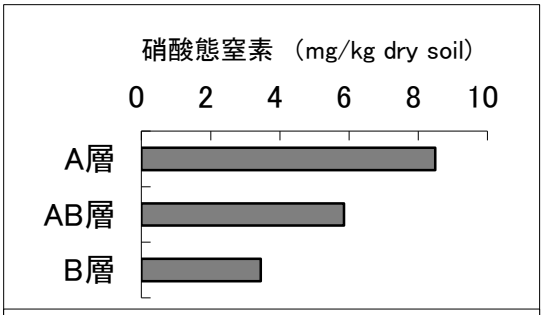
土壌溶液調整　土壌：水＝1：10＝5g：50ml

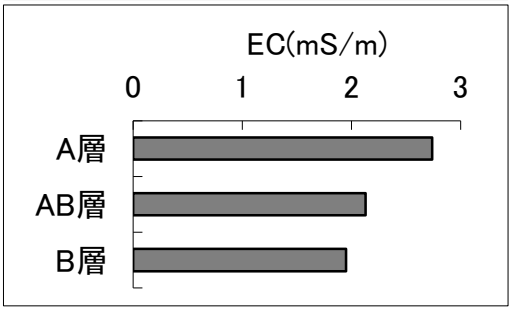
2013年

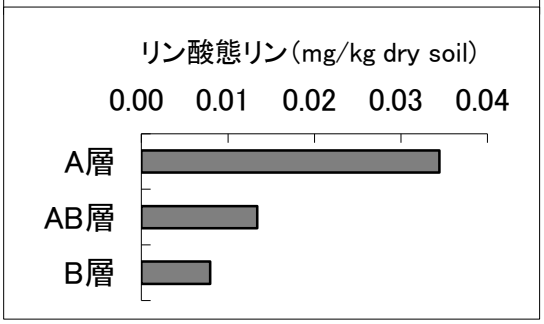
| | | A層 | AB層 | B層 |
|---|---|---|---|---|
| pH | | 4.4 | 4.6 | 4.9 |
| 電気伝導度(EC) | mS/m | 2.74 | 2.13 | 1.95 |
| NO3+NO2 | mg/kg dry soil | 8.58 | 5.93 | 3.46 |
| 硝酸態窒素 | mg/kg dry soil | 8.49 | 5.85 | 3.45 |
| 亜硝酸態窒素 | mg/kg dry soil | 0.089 | 0.074 | 0.008 |
| リン酸態リン | mg/kg dry soil | 0.034 | 0.013 | 0.008 |
| ケイ酸態ケイ素 | mg/kg dry soil | 1.108 | 1.692 | 2.593 |

土壌pH,EC測定用　土壌：水＝1：2.5　　土壌溶液調整　土壌：水＝1：5＝10g：50ml



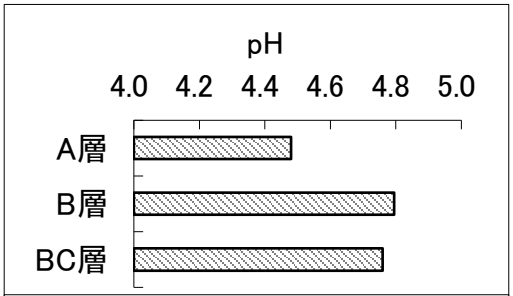



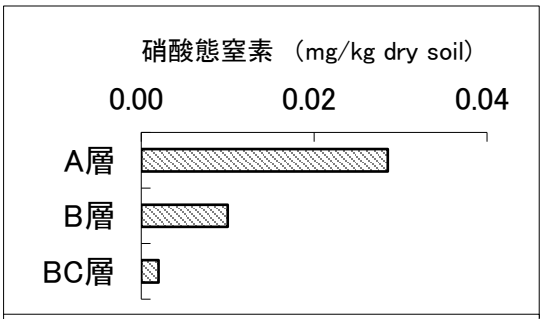



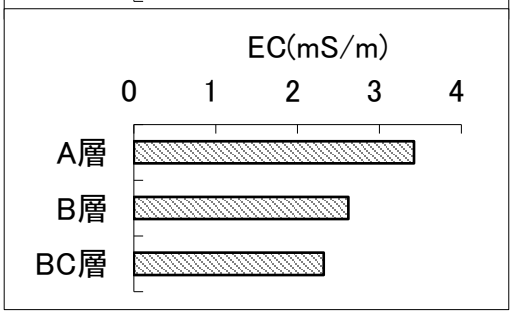

参考：犀川（実習の調査地点の1つ）流域内の森林土壌のデータ(2013年7月末採取、分析）

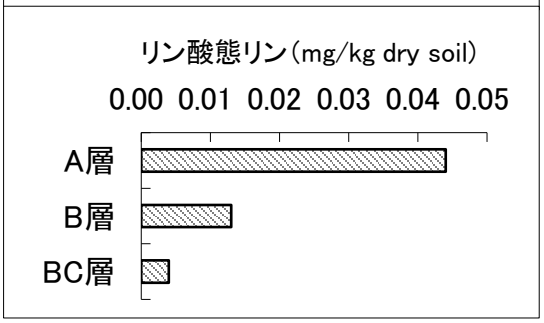
| | | A層 | B層 | BC層 |
|---|---|---|---|---|
| pH | | 4.48 | 4.80 | 4.76 |
| 電気伝導度(EC) | mS/m | 3.42 | 2.62 | 2.32 |
| 硝酸態窒素 | mg/kg dry soil | 0.029 | 0.010 | 0.002 |
| リン酸態リン | mg/kg dry soil | 0.044 | 0.013 | 0.004 |
| ケイ酸態ケイ素 | mg/kg dry soil | 0.882 | 0.777 | 0.701 |

土壌pH,EC測定用　土壌：水＝1：2.5　　土壌溶液調整　土壌：水＝1：5



## 2011　由良川コース　水質

| 観測ステーション | | 長治谷 | 芦生 | 大野ダム表層 | 大野ダム底層 | 和知 | 犀川（支流） | 犀川(由良川本流) | 和久川（支流） | 和久川（由良川本流） | 神崎（河口） | 神崎（海） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 本流 | 本流 | 本流 | 本流 | 本流 | | 本流 | | 本流 | 本流 | |
| 日時 | | 8月8日 | 8月9日 | 8月9日 | 8月9日 | 8月9日 | 8月9日 | 8月9日 | 8月9日 | 8月9日 | 8月10日 | 8月10日 |
| 水温 | ℃ | 19.8 | 21.2 | − | − | − | 30.7 | − | 29.8 | 30.6 | − | − |
| pH | | 5.98 | 6.44 | 7.24 | 6.91 | − | 7.16 | − | 7.26 | 7.37 | − | − |
| 電気伝導度(EC) | mS/m | 4.02 | 4.32 | − | − | 7.02 | 11.35 | 10.24 | 46.7 | 12.15 | − | − |
| COD | mg/L | 3.6 | Under | 2.9 | Under | Under | 2.6 | 4.9 | 5.8 | 2.3 | Under | Under |
| 硝酸態窒素 | mg/L | 0.23 | Under | Under | 0.34 | Under | 0.29 | Under | 4.59 | 0.41 | − | − |
| アンモニア態窒素 | mg/L | Under | 0.5 | Under | 0.62 | 0.25 | 0.19 | Under | 0.38 | Under | − | − |
| ケイ酸 | mg/L | 8.3 | Under3.0 | 7.7 | 9.7 | 7.6 | 8.7 | 9.6 | 14.8 | 13.3 | 4.9 | Under |
| 懸濁物質（SS） | mg/L | 0.4286 | 0.5000 | 1.4000 | 4.2500 | 3.5165 | 5.7000 | 3.5000 | 5.8000 | 2.0330 | 22.1000 | 9.8000 |
| 強熱減量（VSS） | mg/L | 0.4286 | 0.5000 | 1.3500 | 2.6250 | 2.0513 | 2.3000 | 1.9000 | 3.1000 | 1.1538 | 10.5000 | 2.3667 |
| ろ過水量 | ml | 3500 | 3000 | 2000 | 800 | 1365 | 1000 | 1000 | 1000 | 1820 | 1000 | 3000 |
| (A)蒸発後（ろ紙＋残渣） | g | 0.1345 | 0.1309 | 0.1371 | 0.1382 | 0.1394 | 0.1359 | 0.1329 | 0.1348 | 0.1316 | 0.1571 | 0.1652 |
| ろ紙重量 | g | 0.1330 | 0.1294 | 0.1343 | 0.1348 | 0.1346 | 0.1302 | 0.1294 | 0.1290 | 0.1279 | 0.1350 | 0.1358 |
| 残渣重量 | g | 0.0015 | 0.0015 | 0.0028 | 0.0034 | 0.0048 | 0.0057 | 0.0035 | 0.0058 | 0.0037 | 0.0221 | 0.0294 |
| (B)灰化後（ろ紙＋残渣） | g | 0.1330 | 0.1294 | 0.1344 | 0.1361 | 0.1366 | 0.1336 | 0.1310 | 0.1317 | 0.1295 | 0.1466 | 0.1581 |
| (A)−(B) | g | 0.0015 | 0.0015 | 0.0027 | 0.0021 | 0.0028 | 0.0023 | 0.0019 | 0.0031 | 0.0021 | 0.0105 | 0.0071 |
| 有機物 | % | 100.0 | 100.0 | 96.4 | 61.8 | 58.3 | 40.4 | 54.3 | 53.4 | 56.8 | 47.5 | 24.1 |
| 無機物 | % | 0.0 | 0.0 | 3.6 | 38.2 | 41.7 | 59.6 | 45.7 | 46.6 | 43.2 | 52.5 | 75.9 |
| AAQによる測定値 | | | | | | | | | | | | |
| 水深 | m | − | − | 0.31 | 17.06 | −0.03 | − | − | 0.45 | 0.38 | 0.08 | 0 |
| 水温 | | − | − | 29.18 | 18.44 | 26.85 | − | − | 29.9 | 31.03 | 28.99 | 28.09 |
| 濁度 | | − | − | 1.08 | −0.06 | 2.87 | − | − | 1.1 | 3.03 | 1.97 | 0.3 |
| 塩分濃度 | | − | − | 0.03 | 0.03 | 0.03 | − | − | 0.2 | 0.06 | 19.36 | 33.18 |
| pH | | − | − | 8.03 | 7 | 7.42 | − | − | 7.93 | 7.91 | 8.97 | 8.02 |
| 溶存酸素（DO） | mg/L | − | − | 2.77 | 0.04 | 2.71 | − | − | 2.49 | 2.74 | 2.51 | 2.1 |
| クロロフィル | | − | − | 0.6 | 0 | 1.11 | − | − | 1.7 | 1.22 | 3.1 | 0.06 |
| 蛍光光度計による測定値 | | | | | | | | | | | | |
| クロロフィルa | μg/L | 0.12 | 0.78 | 2.11 | 0.18 | 5.79 | 3.62 | 3.07 | 6.18 | 2.36 | 12.6 | 0.66 |
| フェオフィチン | μg/L | 0.15 | 0.85 | 1.08 | 0.38 | 1.33 | 1.89 | 1.2 | 2.84 | 0.78 | 2.97 | 0.3 |

パックテストを使用：COD、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、ケイ酸
under:検出限界以下

## 2012　由良川コース　水質データ

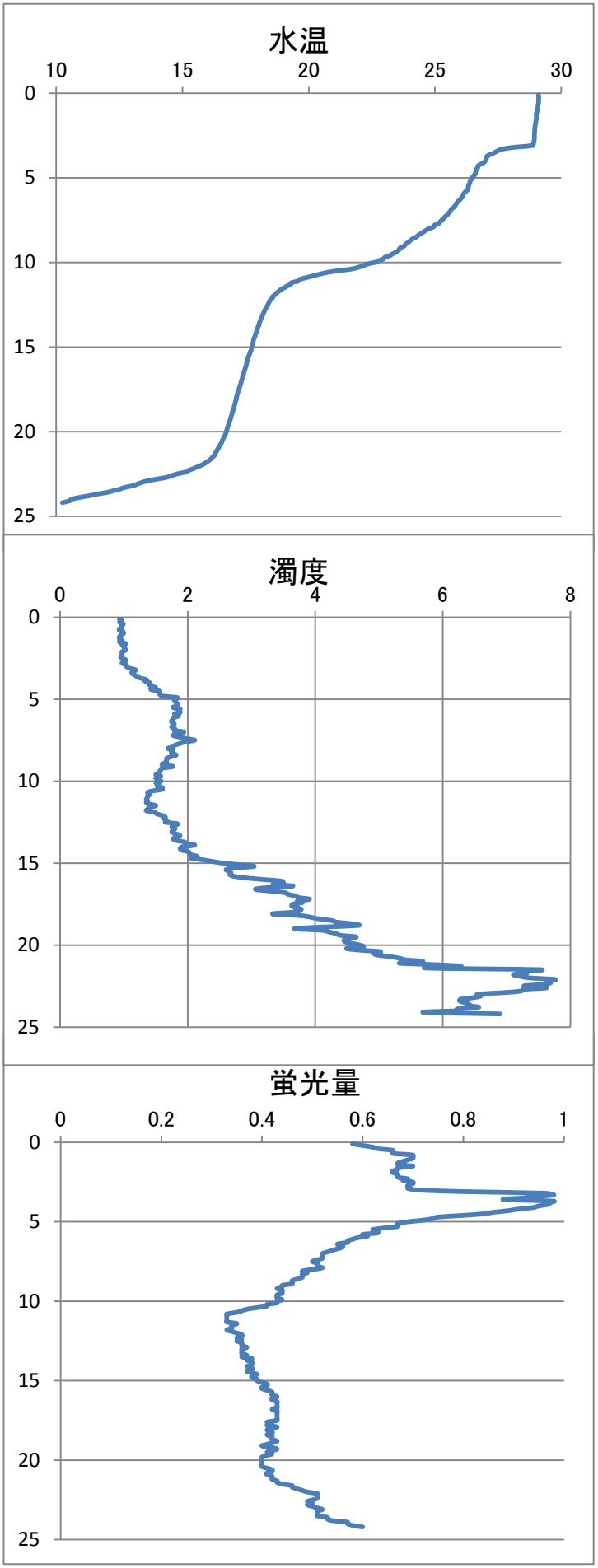
| 観測ステーション | | 長治谷 | 芦生 | 大野ダム表層 | 大野ダム底層 | 和知 | 犀川（支流） | 犀川との合流点付近 | 和久川（支流） | 和久川との合流点付近 | 神崎（河口） | 神崎（海） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 本流 | 本流 | 本流 | 本流 | 本流 | | 本流 | | 本流 | 本流 | |
| 日時 | | 8月6日 | 8月7日 | 8月7日 | 8月7日 | 8月7日 | 8月7日 | 8月7日 | 8月7日 | 8月7日 | 8月8日 | 8月8日 |
| 水温 | ℃ | 20.5 | 21.8 | 28.7 | 24.5 | 26.6 | 28.4 | 28.4 | 28.8 | 28.4 | 27.5 | 29.8 |
| pH | | 6.58 | 6.78 | 7.3 | 6.57 | 6.91 | 6.87 | 6.88 | 7.03 | 7.18 | 8.38 | 8.25 |
| 電気伝導度(EC) | mS/m | 4.1 | 4.46 | 5.96 | 5.76 | 6.99 | 11.43 | 10.58 | 38.6 | 11.99 | 2253 | 4486 |
| 塩分 | ‰ | － | － | － | － | － | － | － | － | － | 13.5 | 28.97 |
| 溶存酸素（DO）：下記参照％ | | － | － | － | － | － | － | － | － | － | 装置不良 | 装置不良 |
| パックテストによる分析 | | | | | | | | | | | | |
| COD | mg/L | 3.0 | under | under | under | under | 3.30 | under | 5.3 | 3.30 | under | under |
| 硝酸態窒素 | mg/L | under | under | under | 0.20 | under | under | under | 4.10 | 0.3 | － | － |
| アンモニア態窒素 | mg/L | under | under | 0.27 | 0.50 | 0.30 | under | under | under | under | － | － |
| ケイ酸 | mg/L | 10.3 | 8.9 | 10.7 | 9.4 | 9.3 | 12.6 | 10.9 | 19.9 | 4.1 | 5.20 | 1.07 |
| オートアナライザーによる分析 | | | | | | | | | | | | |
| 亜硝酸態窒素 | mg/L | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.005 | 0.048 | 0.005 | 0.003 | 0.002 |
| 硝酸態窒素 | mg/L | 0.305 | 0.269 | 0.152 | 0.252 | 0.235 | 0.264 | 0.268 | 3.800 | 0.331 | 0.024 | 0.017 |
| ケイ素 | mg/L | 3.094 | 3.527 | 3.453 | 3.578 | 3.738 | 4.513 | 4.438 | 6.460 | 4.254 | 2.470 | 0.608 |
| リン酸態リン | mg/L | 0.005 | 0.005 | 0.001 | 0.003 | 0.004 | 0.031 | 0.026 | 0.149 | 0.010 | 0.003 | 0.007 |
| 懸濁物質（SS） | mg/L | 1.8 | 1.3 | 1.6 | 3.5 | 2.5 | 10.3 | 4.0 | 2.4 | 3.1 | 7.3 | 4.9 |
| ろ過水量 | ml | 1000 | 1000 | 1000 | 800 | 1000 | 700 | 800 | 1000 | 700 | 600 | 1000 |
| (A)蒸発後（ろ紙＋残渣） | g | 0.1274 | 0.1291 | 0.1302 | 0.1285 | 0.13 | 0.1351 | 0.1286 | 0.1288 | 0.1279 | 0.1313 | 0.1316 |
| ろ紙重量 | g | 0.1256 | 0.1278 | 0.1286 | 0.1257 | 0.1275 | 0.1279 | 0.1254 | 0.1264 | 0.1257 | 0.1269 | 0.1267 |
| 残渣重量 | mg | 1.8 | 1.3 | 1.6 | 2.8 | 2.5 | 7.2 | 3.2 | 2.4 | 2.2 | 4.4 | 4.9 |
| 強熱減量（VSS） | mg/L | 1.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 1.2 | 3.3 | 1.9 | 1.7 | 2.0 | 4.3 | 1.9 |
| (B)灰化後（ろ紙＋残渣） | g | 0.1259 | 0.1281 | 0.1287 | 0.1269 | 0.1288 | 0.1328 | 0.1271 | 0.1271 | 0.1265 | 0.1287 | 0.1297 |
| (A)−(B) | g | 0.0015 | 0.001 | 0.0015 | 0.0016 | 0.0012 | 0.0023 | 0.0015 | 0.0017 | 0.0014 | 0.0026 | 0.0019 |
| SS−VSS | mg/L | 0.30 | 0.30 | 0.10 | 1.50 | 1.30 | 7.00 | 2.12 | 0.70 | 1.14 | 3.00 | 3.00 |
| 有機物割合 | % | 83.3 | 76.9 | 93.7 | 57.1 | 48.0 | 31.9 | 46.9 | 70.8 | 63.6 | 59.1 | 38.8 |
| 無機物割合 | % | 16.7 | 23.1 | 6.3 | 42.9 | 52.0 | 68.1 | 53.1 | 29.2 | 36.4 | 40.9 | 61.2 |
| AAQによる測定値 | | | | | | | | | | | | |
| 水温 | ℃ | － | － | － | － | － | 28.52 | 28.59 | 29.24 | 28.56 | － | － |
| 濁度 | ppm | － | － | － | － | － | 15.22 | 4.00 | 6.58 | 6.13 | － | － |
| pH | | － | － | － | － | － | 6.91 | 6.55 | 6.76 | 7.04 | － | － |
| DO | mg/L | － | － | － | － | － | 8.54 | 8.45 | 8.95 | 9.47 | － | － |
| クロロフィル | μg/L | － | － | － | － | － | 3.53 | 1.54 | 3.25 | 2.31 | － | － |

## 2013年　由良川コース　水質

※パックテストはCODのみ

| 観測ステーション | | 本流<br>長治谷 | 本流<br>芦生 | 本流<br>大野ダム<br>表層 | 本流<br>大野ダム<br>底層 | 本流<br>大野ダム<br>底層 | 本流<br>和知 | 本流<br>犀川<br>（支流） | 本流<br>犀川との合<br>流点付近 | 本流<br>和久川<br>（支流） | 本流<br>和久川との<br>合流点付近 | 本流<br>神崎<br>（河口） | 本流<br>神崎<br>（海） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 日時 | | 8月5日 | 8月6日 | 8月6日 | 8月6日 | 8月6日 | 8月6日 | 8月6日 | 8月6日 | 8月6日 | 8月6日 | 8月7日 | 8月7日 |
| 水温 | ℃ | 18.4 | 19.3 | 28.4 | － | － | 25.4 | 28.8 | 27.9 | 29.6 | 28.5 | 27.6 | 29.4 |
| pH | | 7.08 | 7.21 | 8.54 | 7.21 | 7.21 | 7.61 | 7.62 | 7.57 | 7.75 | 7.91 | 7.84 | 8.46 |
| 電気伝導度(EC) | mS/m | 4.08 | 3.83 | 6.24 | 6.58 | 6.58 | 6.98 | 11.86 | 9.57 | 33.7 | 10.81 | － | － |
| COD （パックテスト） | mg/L | under 2.0 | 2.3 | 2.4 | 2.7 | 2.7 | 2.1 | 3.1 | 2.2 | 4.2 | 2.8 | － | － |
| AAQによる測定 | | | | | | | | | | | | | |
| 水深 | m | － | 0.26 | 0.1 | 8.7 | 11.05 | 0.4 | 0.3 | | 0.2 | 1.12 | 0.5 | 0.3 |
| 水温 | ℃ | － | 19.59 | 27.9 | 23.18 | 22.86 | 25.22 | 28.75 | 27.79 | 29.61 | 28.72 | 27.4 | 29.26 |
| 塩分 | | － | 0.02 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.05 | 0.04 | 0.14 | 0.05 | 1.27 | 31.47 |
| 濁度 | ppm | － | 2.2 | 1.1 | － | 2.86 | 3.02 | 15.5 | 6.08 | 15.96 | 7.1 | 7.85 | 1.05 |
| pH | | － | 7.3 | 7.25 | 7.27 | 7.24 | 7.24 | 7.22 | 7.22 | 7.23 | 7.25 | 7.2 | 7.17 |
| DO(飽和度) | % | － | 99.85 | 118.4 | 81.7 | 77.81 | 100.68 | 106.7 | 113.8 | 106.48 | 114.29 | 94.25 | 117.67 |
| DO(溶存酸素) | mg/L | － | 9.12 | 9.3 | 6.63 | 8.26 | 8.26 | 8.2 | 8.9 | 8.07 | 8.81 | 7.44 | 7.37 |
| クロロフィル | μg/L | － | 1.29 | 2.6 | 0.9 | 0.9 | 1.56 | 2.9 | 1.58 | 3.95 | 1.52 | 2.5 | 1.37 |
| 亜硝酸帯窒素 | mg/L | 0.001 | 0.001 | 0.003 | 0.002 | － | 0.004 | 0.007 | 0.004 | 0.008 | 0.004 | 0.006 | 0.001 |
| 硝酸態窒素 | mg/L | 0.32 | 0.43 | 0.23 | 0.37 | － | 0.41 | 0.45 | 0.40 | 1.83 | 0.41 | 0.59 | 0.01 |
| ケイ素 | mg/L | 2.85 | 2.80 | 3.21 | 3.26 | － | 3.54 | 4.58 | 4.00 | 5.30 | 4.33 | 4.69 | 0.11 |
| リン酸態リン | mg/L | 0.004 | 0.008 | 0.002 | 0.006 | － | 0.008 | 0.046 | 0.022 | 0.050 | 0.032 | 0.034 | 0.004 |
| 懸濁物質(SS) | mg/L | 0.2 | 1.9 | 2.3 | 3.1 | － | 3.375 | 14.4 | 7.5 | 2.6 | 7.8 | 6.57143 | 3.5 |
| ろ過水量 | ml | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | － | 800 | 500 | 1000 | 1000 | 1000 | 700 | 1000 |
| (A)蒸発後(ろ紙＋残渣) | g | 0.1262 | 0.1286 | 0.1289 | 0.1295 | － | 0.1289 | 0.1339 | 0.1344 | 0.1277 | 0.1335 | 0.1309 | 0.1322 |
| ろ紙重量 | g | 0.126 | 0.1267 | 0.1266 | 0.1264 | － | 0.1262 | 0.1267 | 0.1269 | 0.1251 | 0.1257 | 0.1263 | 0.1287 |
| 残渣重量 | mg | 0.2 | 1.9 | 2.3 | 3.1 | － | 2.7 | 7.2 | 7.5 | 2.6 | 7.8 | 4.6 | 3.5 |
| 強熱減量(VSS) | mg/L | 0.2000 | 1.2 | 2.3 | 2.2 | － | 1.5 | 2.6 | 2.4 | 1.8 | 2.3 | 2.71429 | 2.3 |
| (B)灰化後(ろ紙＋残渣) | g | 0.1260 | 0.1274 | 0.1266 | 0.1273 | － | 0.1277 | 0.1326 | 0.132 | 0.1259 | 0.1312 | 0.129 | 0.1299 |
| (A)-(B) | mg | 0.2 | 1.2 | 2.3 | 2.2 | － | 1.2 | 1.3 | 2.4 | 1.8 | 2.3 | 1.9 | 2.3 |
| 観測・採集地点の様子<br>（川底の状態、にごり、におい、など気づいたこと） | | 調査中に降雨、雨水を分析。pH5台：測定値記録なし<br>硝酸態窒素：0.012mg/L<br>亜硝酸態窒素：0.645mg/L<br>リン酸態リン：検出限界以下<br>ケイ酸態ケイ素：0.053mg/L | | | | | | | | | | | |

2011年　由良川コース　大野ダム　AAQの測定値による鉛直プロファイル




ケーブルが足りなかったので湖底まで測定できなかった。

水深は30m程度と考えられる。

8月9日測定

2012　由良川コース　大野ダム　AAQ測定データ（鉛直方向）
8月7日測定

| 水深 | 水温 | 濁度 | pH | DO | クロロフィル |
|---|---|---|---|---|---|
| m | ℃ | ppm | | mg/L | μg/L |
| 0 | 28.95 | 0.56 | 7.41 | 9.39 | 0.70 |
| 1 | 28.18 | 0.74 | 7.29 | 9.31 | 1.03 |
| 2 | 28.60 | 0.84 | 6.74 | 8.88 | 1.66 |
| 3 | 27.02 | 1.30 | 6.43 | 8.40 | 1.26 |
| 4 | 26.40 | 1.54 | 6.35 | 7.82 | 1.35 |
| 5 | 26.00 | 1.60 | 6.24 | 7.20 | 0.90 |
| 7 | 25.36 | 1.80 | 6.18 | 6.75 | 0.58 |
| 10 | 21.95 | 1.88 | 6.16 | 6.65 | 0.51 |
| 11.91 | 19.73 | 30.52 | 6.05 | 5.94 | 9.50 |

## 2011　由良川コース　水生昆虫

| 長治谷 | | | |
|---|---|---|---|
| 瀬 | | 淵 | |
| 種名 | 個体数 | 種名 | 個体数 |
| ｵｵﾔﾏｶﾜｹﾞﾗ属 | 11 | ｶｸﾂﾂﾄﾋﾞｹﾗ科ｺｶｸﾂﾂﾄﾋﾞｹﾗ属 | 3 |
| ｺｶﾞﾀﾌﾀﾂﾒｶﾜｹﾞﾗ属 | 2 | ﾋﾗﾀｶｹﾞﾛｳ科 | 4 |
| ﾋｹﾞﾅｶﾞｶﾜﾄﾋﾞｹﾗ | 1 | ﾌﾀｽｼﾞﾓﾝｶｹﾞﾛｳ | 1 |
| ﾅｶﾞﾚﾄﾋﾞｹﾗ属 | 2 | ｵｵｶﾜﾄﾝﾎﾞ科 | 1 |
| ﾍﾋﾞﾄﾝﾎﾞ | 5 | ｻﾅｴﾄﾝﾎﾞ科 | 8 |
| ｶﾞｶﾞﾝﾎﾞ科 | 3 | | |
| ｼﾛﾀﾆｶﾞﾜｶｹﾞﾛｳ | 2 | | |
| ｷﾌﾞﾈﾀﾆｶﾞﾜｶｹﾞﾛｳ | 5 | | |
| ｴﾙﾓﾝﾋﾗﾀｶｹﾞﾛｳ | 1 | | |
| ﾄｹﾞﾏﾀﾞﾗｶｹﾞﾛｳ属 | 8 | | |
| ｺｶｹﾞﾛｳ属 | 1 | | |
| ｸﾗｶｹｶﾜｹﾞﾗ属 | 1 | | |

| 芦生 | | | |
|---|---|---|---|
| 瀬 | | 淵 | |
| 種名 | 個体数 | 種名 | 個体数 |
| ﾆﾝｷﾞｮｳﾄﾋﾞｹﾗ科 | 1 | ﾏﾀﾞﾗｶｹﾞﾛｳ科 | 2 |
| ﾋﾗﾀｶｹﾞﾛｳ科 | 5 | ﾋﾗﾀｶｹﾞﾛｳ科 | 1 |
| ﾏﾀﾞﾗｶｹﾞﾛｳ科 | 1 | ｺｶｹﾞﾛｳ科 | 1 |
| ﾁﾗｶｹﾞﾛｳ科 | 1 | ｲﾄﾄﾝﾎﾞ科 | 1 |
| ﾕｽﾘｶ科 | 4 | ｴｿﾞﾄﾝﾎﾞ科 | 4 |
| ﾋｹﾞﾅｶﾞｶﾜﾄﾋﾞｹﾗ科 | 1 | ｻﾅｴﾄﾝﾎﾞ科 | 5 |
| ｼﾏﾄﾋﾞｹﾗ科 | 6 | ﾋｹﾞﾅｶﾞﾄﾋﾞｹﾗ科 | 2 |
| ﾌﾞﾕ科 | 3 | | |
| ﾅｶﾞﾚﾄﾋﾞｹﾗ科 | 1 | | |
| ｺｶｹﾞﾛｳ科 | 1 | | |
| ｱﾐﾒｶﾜｹﾞﾗ科 | 1 | | |

| 犀川 | | | |
|---|---|---|---|
| 瀬 | | 淵 | |
| 種名 | 個体数 | 種名 | 個体数 |
| ｼﾏﾄﾋﾞｹﾗ属 | 11 | ﾌﾄﾋｹﾞﾄﾋﾞｹﾗ科 | 1 |
| ｵｵｼﾏﾄﾋﾞｹﾗ属 | 27 | ﾐﾔﾏｼﾏﾄﾋﾞｹﾗ属 | 1 |
| ｺｶﾞﾀｼﾏﾄﾋﾞｹﾗ属 | 14 | ｷｲﾛｶﾜｶｹﾞﾛｳ | 1 |
| ﾖﾂﾒﾄﾋﾞｹﾗ属 | 3 | ｼﾛﾀﾆｶﾜｶｹﾞﾛｳ | 7 |
| ﾁﾗｶｹﾞﾛｳ属 | 7 | ﾄｳﾖｳﾓﾝｶｹﾞﾛｳ | 2 |
| ｼﾛﾀﾆｶﾞﾜｶｹﾞﾛｳ | 1 | ｻﾅｴﾄﾝﾎﾞ科 | 2 |
| ﾋﾗﾀｶｹﾞﾛｳ属 | 3 | ﾋﾗﾀﾄﾞﾛﾑｼ | 7 |
| ﾏﾀﾞﾗｶｹﾞﾛｳ属 | 2 | | |
| ｺｶｹﾞﾛｳ科 | 4 | | |
| ﾌﾀﾂﾒｶﾜｹﾞﾗ | 1 | | |
| ｵｵﾔﾏｶﾜｹﾞﾗ属 | 1 | | |
| ｹﾞﾝｼﾞﾎﾞﾀﾙ | 1 | | |
| ｺｵﾆﾔﾝﾏ | 1 | | |
| ﾕｽﾘｶ科 | 1 | | |
| ﾄﾞﾛﾑｼ科 | 1 | | |

| 和久川 | | | |
|---|---|---|---|
| 瀬 | | 淵 | |
| 種名 | 個体数 | 種名 | 個体数 |
| ﾋﾗﾀﾄﾞﾛﾑｼ | 5 | ｱｵﾋｹﾞﾅｶﾞﾄﾋﾞｹﾗ属 | 15 |
| ｱｵｻﾅｴ | 2 | ﾋﾗﾀﾄﾞﾛﾑｼ | 8 |
| ｺｶｸﾂﾂﾄﾋﾞｹﾗ属 | 1 | ｺｶｸﾂﾂﾄﾋﾞｹﾗ属 | 1 |
| ﾄｳﾖｳﾓﾝｶｹﾞﾛｳ | 2 | ｷｲﾛｶﾜｶｹﾞﾛｳ | 2 |
| ｺﾔﾏﾄﾝﾎﾞ | 1 | ﾄﾞﾛﾑｼ科(成虫) | 1 |
| ｶﾞｶﾞﾝﾎﾞ科 | 1 | ﾆﾝｷﾞｮｳﾄﾋﾞｹﾗ | 1 |
| ｱｵﾋｹﾞﾅｶﾞﾄﾋﾞｹﾗ属 | 17 | ｼﾛﾀﾆｶﾞﾜｶｹﾞﾛｳ | 7 |
| | | ﾕｽﾘｶ | 4 |
| | | ﾋﾒﾄﾞﾛﾑｼ科 | 1 |
| | | ﾐﾐｽﾞ(?) | 1 |

## 2012　由良川コース　水生昆虫

| 長治谷 | | 芦生 | | 和知 | | 犀川 | | 和久川 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 種名 | 個体数 | 種名 | 個体数 | 種名 | 個体数 | 種名 | 個体数 | 種名 | 個体数 |
| コカゲロウ属 | 9 | コオニヤンマ | 2 | じょうちゅう | 2 | トビケラ | 20 | ヒゲナガカワトビゲラ | 1 |
| ヒラタカゲロウ科 | 1 | ミヤマカワトンボ | 1 | セスジユスリカ | 2 | カゲロウ | 8 | ユスリカ科 | 1 |
| タニガワカゲロウ属 | 1 | トビケラ | 20～30 | プラナリア | 1 | ヌマエビ | 6 | シマトビゲラ科 | 1 |
| ヒメヒラタカゲロウ属 | 2 | カワゲラ | 2 | トビイロカゲロウ科 | 6 | カワゲラ | 4 | ウルマーシマトビゲラ | 2 |
| フタスジモンカゲロウ | 1 | カゲロウ | 20前後 | トビエラカゲロウ属 | 2 | ミナミヌマエビ | 3 | スジエビ | 3 |
| カワトンボ | 1 | ヘビトンボ | 6 | タニガワカゲロウ属 | 8 | チラカゲロウ | 1 | ヌマエビ | 4 |
| ミヤマカワトンボ | 1 | サワガニ | 1 | ヒラタドロムシ | 3 | ヒゲナガカワトビケラ | 1 | フタオカゲロウ属 | 5 |
| コオニヤンマ | 1 | 双翅目 | 3 | 二枚貝 | 1 | アメリカザリガニ | 1 | カゲロウ科 | 4 |
| ヘビトンボ | 1 | マルミズムシ | 1 | ヒゲナガカワトビケラ | 15 | コオニヤンマ | 1 | | |
| ヒゲナガカワトビケラ | 1 | | | ウルマアシマトビケラ | 9 | サナエトンボ | 1 | | |
| ウルマーシマトビケラ | 1 | | | ナガレトビケラ | 1 | 孵化中の昆虫(ｶﾜｹﾞﾗ？) | 1 | | |
| コガタシマトビケラ | 7 | | | ヤマトビケラ | 3 | | | | |
| ナガレトビケラ属 | 1 | | | | | | | | |
| カミムラカワゲラ | 5 | | | | | | | | |
| ミドリカワゲラ科 | 3 | | | | | | | | |

## 2013　由良川コース　水生昆虫、ベントス

| 長治谷 | | | 芦生 | | | 大野ダム | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 分類群名 | 個体数 | 備考 | 分類群名 | 個体数 | 備考 | 分類群名 | 個体数 | 備考 |
| ヒラタカゲロウ | 3 | | カワゲラ | 3 | | アメンボ | 1 | |
| かげろうその他 | 2 | | カゲロウ | 11 | | | | |
| ミズスマシ | 1 | | ヒゲナガカワトビゲラ | 28 | | | | |
| ナガレトビケラ類 | 1 | | アブ（幼虫） | 2 | | | | |
| シマアメンボ | 1 | | ヘビトンボ（ヤゴ） | 6 | | | | |
| オオヤマカワゲラ | 1 | | コオニヤンマ（ヤゴ） | 7 | | | | |
| ナベブタムシ | 1 | | ナベブタムシ | 2 | | | | |
| ミヤマカワトンボ | 1 | | トビナベブタムシ | 3 | | | | |
| コオニヤンマ | 1 | | ナベブタムシの仲間 | 2 | | | | |
| サナエトンボ科 | 2 | | | | | | | |
| ヘビトンボ | 3 | | | | | | | |

| 和知 | | | 犀川 | | | 和久川 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 分類群名 | 個体数 | 備考 | 分類群名 | 個体数 | 備考 | 分類群名 | 個体数 | 備考 |
| 淀み | | | ミナミヌマエビ | 4 | | クロイトトンボ | 20 | |
| ヒメモノアライ | 20 | | ヘビトンボ | 1 | | コオニヤンマ | 1 | |
| ヒメタニシ | 4 | | ミヤマタニガワカゲロ | 1 | | ヒラタドロムシ | 1 | |
| シロタニガワカゲロウ | 1 | | トビケラ | 2 | | カゲロウ | 6 | |
| ヒラマキミズマイマイ | 1 | | ヒゲナガカワトビケラ | 2 | | ヨコエビ | 2 | |
| | | | ウルマーシマトビケラ | 6 | | ヌマエビ | 20 | |
| 本流 | | | コガタシマトビケラ | 3 | | テナガエビ | 1 | |
| トゲナシヌマエビ | 1 | | ヤゴ | 1 | | | | |
| シロタニガワカゲロウ | 6 | | | | | | | |

| 河口（神崎） | | | 海（神崎） | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 分類群名 | 個体数 | 備考 | 分類群名 | 個体数 | 備考 |
| イシマキガイ | 5 | | | | |
| スジエビ | 2 | | | | |
| ケフサイソガニ | 1 | | | | |
| ヌマエビ | 2 | | | | |
| テナガエビ | 1 | | | | |

カニなどがいたが、記載なし

## 2011　由良川コース　プランクトン

| 大野ダム | | 和知 | |
|---|---|---|---|
| 種名 | 個体数 | 種名 | 個体数 |
| ｵﾋﾞｹｲｿｳ | 1 | タルケイソウ | 2 |
| 枝角類 | 1 | ユスリカ | 1 |
| ｶｲｱｼ類 | 2 | ｼﾛﾀﾆｶﾞｸｶｹﾞﾛｳ | 1 |
| | | ｺｶｹﾞﾛｳ | 3 |
| | | ﾏﾀﾞﾗｶｹﾞﾛｳ | 1 |

| 犀川 | | 和久川 | |
|---|---|---|---|
| 種名 | 個体数 | 種名 | 個体数 |
| ﾄﾋﾞｹﾗ | 1 | ｺｶｹﾞﾛｳ | 10 |
| ｺｶｹﾞﾛｳ | 28 | ﾄﾋﾞｲﾛｶｹﾞﾛｳ | 4 |
| ﾀﾙｹｲｿｳ | 1 | ｺｶﾞﾀｼﾏﾄﾋﾞｹﾗ属 | 9 |
| 緑藻 | 1 | ﾋﾗﾀﾄﾞﾛﾑｼ | 3 |
| ﾋﾗﾀﾄﾞﾛﾑｼ | 7 | ｵｵｼﾏﾄﾋﾞｹﾗ | 1 |
| ｶﾞｶﾞﾝﾎﾞ | 1 | ﾌﾟﾗﾅﾘｱ | 12 |
| ｼﾏﾄﾋﾞｹﾗ | 35 | ﾀﾙｹｲｿｳ | 多数 |
| ｶｹﾞﾛｳのさなぎ | 1 | ﾋﾒﾄﾞﾛﾑｼ科 | 1 |
| ﾕｽﾘｶ | 10 | ｼﾛﾀﾆｶﾞﾜｶｹﾞﾛｳ | 2 |
| ﾌﾞﾕ | 1 | ﾕｽﾘｶ | 3 |
| ﾏﾀﾞﾗｶｹﾞﾛｳ | 1 | ｶﾜｹﾞﾗ類 | 2 |
| ﾋﾗﾀｶｹﾞﾛｳ | 2 | | |
| ｶﾜｹﾞﾗ | 3 | | |
| ﾋﾒﾄﾋﾞｹﾗ | 2 | | |

| 神崎（河口内） | | 神崎（海） | |
|---|---|---|---|
| 種名 | 個体数 | 種名 | 個体数 |
| フクロアミ属 | 15 | ﾖｺｴﾋﾞ | 119 |
| ﾓｱﾐ属 | 10 | ﾌｸﾛｱﾐ | 99 |
| ﾀﾙｹｲｵｳ | 1 | ﾓｱﾐ | 39 |
| 多毛類 | 54 | ｸｰﾏ | 273 |
| ガザミノ仲間 | 1 | 等脚類 | 29 |
| ヨコエビ | 2 | 頭足類 | 50 |
| 端脚類 | 3 | | |
| 等脚類 | 6 | | |
| 二枚貝 | 14 | | |
| 巻き貝 | 1 | | |
| クーマ | 4 | | |
| ｴﾋﾞ | 1 | | |

プランクトンデータ

## 2012　由良川コース　プランクトン

| 長治谷 | | 芦生 | |
|---|---|---|---|
| 種名 | 備考 | 種名 | 備考 |
| 藍藻類 | 僅か | 藍藻類 | 僅か |
| 緑藻類 | 僅か | 緑藻類 | 僅か |

| 大野ダム | | 和知 | | 犀川 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 種名 | 備考 | 種名 | 備考 | 種名 | 備考 |
| 藍藻類 | | 藍藻類 | | 藍藻類 | |
| 珪藻類 | ジュウジケイソウ類 | 珪藻類 | ジュウジケイソウ類 | 珪藻類 | ジュウジケイソウ類 |
| 緑藻類 | ボルボックス類 | | イタケイソウ類 | | イタケイソウ類 |
| | クンショウモ類 | 緑藻類 | ボルボックス類 | 緑藻類 | ボルボックス類 |
| | ミドロ類 | | クンショウモ類 | | クンショウモ類 |
| | ミカズキモ | | ミドロ類 | | ミドロ類 |
| 原生動物 | ツボカムリ類 | | ミカズキモ | | ミカズキモ |
| | ゾウリムシ類? | 輪形動物類 | ワムシ類 | 原生動物 | ツボカムリ類 |
| | 太陽虫類 | 節足動物 | ミジンコ類 | | |
| 輪形動物類 | ワムシ類 | | ケンミジンコ類 | | |
| 節足動物 | ミジンコ類 | | | | |
| | ケンミジンコ類 | | | | |
| | ミジンコ類、ケンミジンコ類が非常に多い | | 大野ダムと較べると、動物プランクトンが非常に少なく植物プランクトンが相対的に多い。 | | 動植物プランクトンともに少ない。 |

| 和久川 | | 神崎（河口側） | |
|---|---|---|---|
| 種名 | 備考 | 種名 | 備考 |
| 藍藻類 | | 珪藻類 | |
| 珪藻類 | イタケイソウ類 | 節足動物 | ケンミジンコ類 |
| 緑藻類 | ボルボックス類 | 多毛類 | 幼生 |
| | クンショウモ類 | フジツボ | ノープリウス幼生 |
| | ミドロ類 | | キプリヌス幼生 |
| | ミカズキモ | クーマ類 | |
| 渦鞭毛藻 | ケラチウム | | |
| 原生動物 | ツボカムリ類 | | |
| | ゾウリムシ類 | | |
| | 太陽虫類 | | |
| | ナベカムリ類 | | |
| | 繊毛虫類多種 | | |
| 輪形動物類 | ワムシ類 | | |
| 線虫類 | | | |
| | 原生動物が非常に多い。 | | ケンミジンコ（カイアシ類）のノープリウス幼生が多数。植物プランクトンごく僅か。 |

プランクトンデータ

## 2013　由良川コース　プランクトン

| 長治谷 | | 芦生 | |
|---|---|---|---|
| 分類群名 | 備考 | 分類群名 | 備考 |
| | | | |
| | | | |

| 大野ダム | | 和知 | | 犀川 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 分類群名 | 備考 | 分類群名 | 備考 | 分類群名 | 備考 |
| カイアシ類 | 0.17個体/L | | | 珪藻類 | サイコロ状に連なる　約625個/L |
| ケンミジンコ | 0.17個体/L | | | ミクラステリアス | 約50個/L |
| ゾウミジンコ | 0.07個体/L | | | 藍藻類 | 約25個/L |
| ユスリカ | 0.13個体/L | | | ミカヅキモ | 約225個/L |
| ミジンコ | 0.10個体/L | | | | |
| マルミジンコ | 0.03個体/L | | | | |
| ボルボックス | 多数 | | | | |
| ワムシ類 | 多数 | | | | |

| 和久川 | | 神崎（河口側） | | 神崎（河口側） | |
|---|---|---|---|---|---|
| 分類群名 | 備考 | 分類群名 | 備考 | 分類群名 | 備考 |
| | | ゴカイ類 | 0.17個体/L | カイアシ類 | 約４万個/L(40666.66) |
| | | センチュウ類 | 0.17個体/L | | |
| | | カイアシ類 | 0.13個体/L | | |
| | | ワムシ類 | 0.03個体/L | | |
| | | ボウフラ | 0.03個体/L | | |
| | | 巻貝 | 多数 | | |
| | | | | | |

## 2011　由良川コース　魚類および胃内容物

| 長治谷 | | |
|---|---|---|
| 種名 | 個体数 | 胃内容 |
| ﾀｶﾊﾔ | 13 | ﾋｹﾞﾅｶﾞｶﾜﾄﾋﾞｹﾗ、陸上の昆虫、甲虫(ﾃﾝﾄｳﾑｼ?)、鱗翅目 |
| ｶｼﾞｶ大卵型 | 2 | 甲虫 |

| 芦生 | | |
|---|---|---|
| 種名 | 個体数 | 胃内容 |
| カマツカ | 2 | ﾅｶﾞﾚﾄﾋﾞｹﾗ、ｼﾏﾄﾋﾞｹﾗ、ﾌﾞﾕ、ﾏﾀﾞﾗｶｹﾞﾛｳ |
| ウグイ | 2 | ヨシノボリ類 |
| カワムツ | 18 | 珪藻類？ |
| タカハヤ | 3 | 蟻、石、珪藻類？ |
| アジメドジョウ | 3 | 緑の不定形物 |
| アカザ | 2 | カワゲラ属、ﾏﾀﾞﾗｶｹﾞﾛｳ、昆虫破片 |
| アマゴ | 4 | アオムシ、ブユ、トビケラ2種、カゲロウ |
| ドンコ | 1 | ﾏﾀﾞﾗｶｹﾞﾛｳ |
| ヨシノボリ類 | 7 | ﾕｽﾘｶ、ﾏﾀﾞﾗｶｹﾞﾛｳ、ｶﾞｶﾞﾝﾎﾞ |

| 犀川 | | |
|---|---|---|
| 種名 | 個体数 | 胃内容 |
| ズナガニコイ | 1 | |
| オイカワ属 | 18 | ｶｹﾞﾛｳ、砂 |
| タナゴ | 4 | |
| コイ | 2 | 植物の種 |
| タモロコ | 1 | |
| ギンブナ | 9 | 砂 |
| アブラボテ | 1 | ﾕｽﾘｶ幼虫 |
| カワヒガイ | 1 | |
| ドジョウ | 2 | |
| ギギ | 2 | ｼﾏﾄﾋﾞｹﾗ科 |
| アユ | 26 | 藻 |
| ドンコ | 2 | ｼﾏﾄﾋﾞｹﾗ、ｴﾋﾞ |

| 和久川 | | |
|---|---|---|
| 種名 | 個体数 | 胃内容 |
| ｳｸﾞｲ | 3 | 藻類､ﾄﾋﾞｹﾗ |
| ｷﾝﾌﾞﾅ | 1 | |
| ｷﾞｷﾞ | 1 | |
| ｱﾕ | 2 | 藻類 |
| ﾒﾀﾞｶ | 1 | |
| ｶﾀﾞﾔｼ | 1 | |
| ﾇﾏﾁﾁﾌﾞ | 1 | 藻類(繊維状)､ﾄﾋﾞｹﾗ |
| ﾌﾞﾙｰｷﾞﾙ | 1 | ﾄﾋﾞｹﾗ､ﾔｺﾞ、甲虫(ｹﾞﾝｺﾞﾛｳ)の幼虫 |

| 神埼（河口内） | | |
|---|---|---|
| 種名 | 個体数 | 胃内容 |
| ﾏｺﾞﾁ | 1 | |
| ｽｽﾞｷ | 6 | |
| ﾋｲﾗｷﾞ | 7 | 砂 |
| 神埼（海側） | | |
| 種名 | 個体数 | 胃内容 |
| ｽｽﾞｷ | 5 | |
| ｼﾛｷﾞｽ | 1 | |
| ﾒｼﾞﾅ | 4 | |
| ﾋｲﾗｷﾞ | 12 | |
| ｺﾉｼﾛ | 4 | |
| ｸｻﾌｸﾞ | 1 | |
| ｼﾏｲｻｷ | 1 | |

## 2012　由良川コース　魚類および胃内容物

| 長治谷 | | | 芦生 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 種名 | 個体数 | 胃内容 | 種名 | 個体数 | 胃内容 |
| タカハヤ | 6 | ハエ、チョウ、羽の付いた虫 | カマツカ | 1 | - |
| カジカ | 2 | トビケラ目 | オイカワ | 1 | 甲殻類 |
| ヤマメ | 1 | その他昆虫、魚類 | カワヨシノボリ | 3 | カゲロウ、トビゲラ、ヤゴ |
| | | | アマゴ | 2 | カゲロウ、トビケラ、ハネアリ |
| | | | ヤマメ | 1 | ハチ、ハネアリ、イモムシ |
| | | | シマドジョウ | 1 | |
| | | | アカザ | 1 | カワムツ |
| | | | カワムツ | 12 | 藻、カミキリムシ |
| | | | アユ | 8 | |

| 大野ダム | | | 犀川 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 種名 | 個体数 | 胃内容 | 種名 | 個体数 | 胃内容 |
| ブルーギル | 5 | 甲虫1またはユスリカ幼虫27・その他昆虫6 | カマツカ | 1 | トビケラ目 |
| | | | ドジョウ | 8 | カワゲラ目、トビケラ |
| | | | ブラックバス | 1 | トビケラ目、ハゼ |
| | | | カネヒラ | 1 | |
| | | | タモロコ | 5 | トビケラ目 |
| | | | オイカワ | 2 | トビケラ目 |
| | | | ドンコ | 1 | トビケラ目、その他昆虫 |
| | | | ウグイ | 1 | ユスリカ幼虫 |
| | | | アユ | 7 | |

| 和久川 | | | 神崎（河口側） | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 種名 | 個体数 | 胃内容 | 種名 | 個体数 | 胃内容 |
| オイカワ | 5 | トビケラ・昆虫 | スズキ | 10 | なし |
| ギンブナ | 1 | 藻 | ヒラメ | 3 | |
| カマツカ | 4 | 昆虫 | コノシロ | 3 | |
| ギギ | 1 | 空 | クサフグ | 3 | 甲殻類の脚3 |
| ヌマチチブ | 2 | 空 | ヒメハゼ | 2 | ユスリカ幼虫3 |
| トウヨシノボリ | 1 | 未確認 | サヨリ | 1 | 動物プランクトン6 |
| カワヨシノボリ | 5 | 未確認 | ボラ | 1 | 二枚貝幼生1 |
| オオクチバス | 2 | カゲロウ幼虫・エビ | コショウダイ | 1 | アミ5・エビ6 |
| アユ | 3 | 藻 | クロウシノシタ | 1 | |
| | | | カワハギ | 1 | トビケラ3・ユスリカ幼虫6・その他昆虫8 |
| | | | アミメハギ | 1 | |

## 2013　由良川コース　魚類および胃内容物

長治谷

| 種名 | 個体数 | 胃内容 | 備考 |
|---|---|---|---|
| タカハヤ | 14 | ｶﾆ,ﾎﾞｳﾌﾗ,ｶﾜﾆﾅ,水生昆虫,石 | |
| カジカ(大卵型) | 1 | ﾄﾋﾞｹﾗ,ｶｹﾞﾛｳ,から,水生昆虫,植物の繊維, | |

芦生

| 種名 | 個体数 | 胃内容 | 備考 |
|---|---|---|---|
| ウグイ | 1 | 砂泥、小石 | |
| カワムツ | 1 | 芋虫、昆虫、水生昆虫 | |
| タカハヤ | 12 | 藻、水生昆虫、アリ | |
| アジメドジョウ | 2 | 藻 | |
| アカザ | 2 | ガガンボ、カワゲラなど多数 | |
| アユ | 1 | 藻 | |
| カマツカ | 6 | 芋虫、昆虫、水生昆虫 | |
| ムギツク | 2 | ワーム系の水生昆虫 | |
| スナヤツメ | 1 | なし | |
| カワヨシノボリ | 12 | 藻 | |
| ウツセミカジカ | 1 | | |
| ドンコ | 1 | ガガンボ、カゲロウ目 | |

大野ダム

| 種名 | 個体数 | 胃内容 | 備考 |
|---|---|---|---|
| ブルーギル | 22 | ﾄﾋﾞｹﾗ,ﾊｴ,ﾖｺｴﾋﾞ,ﾕｽﾘｶ,ｴﾋﾞ,植物の皮,昆虫の触覚,足,昆虫1個体 | |

和知

| 種名 | 個体数 | 胃内容 | 備考 |
|---|---|---|---|
| カワヨシノボリ | 2 | | |

犀川

| 種名 | 個体数 | 胃内容 | 備考 |
|---|---|---|---|
| ギギ | 15 | エビ,ゴミムシダマシの幼虫,昆虫の頭部 | |
| カマツカ | 1 | 甲殻類 | |
| ドンコ | 1 | サイズが小さかったため胃の内容物は調べていない | |
| スズキ | 5 | エビ,魚 | |
| ギンブナ | 2 | 藻, | |
| オイカワ | 1 | エビ,カニ,藻,貝 | |
| ウグイ | 1 | エビ | |
| ヤリタナゴ | 9 | 藻, | |
| タモロコ | 2 | 昆虫 | |

和久川

| 種名 | 個体数 | 胃内容 | 備考 |
|---|---|---|---|
| メダカ | 2 | | |
| カワヨシノボリ | 1 | | |
| オイカワ | 12 | ブヨ(目のみが残る) | |
| チチブ | 1 | カイガラムシ、エビ、藻類 | |
| ブルーギル | 1 | | |

河口(神崎)

| 種名 | 個体数 | 胃内容 | 備考 |
|---|---|---|---|
| ギギ | 4 | 土、何かの羽虫 | |
| ボラ | 1 | 糸状のもの | |
| ヒラスズキ | 34 | 大量の動物プランクトン、エビの幼生 | |
| スズキ | 1 | 約5mmのエビ | |
| マゴチ | 1 | | 消化されていた |
| ヒイラギ | 17 | エビ類 | |
| シマイサギ | 1 | 体長1.5cmで解剖不可 | |
| クサフグ | 3 | 土、ボラの鱗 | |
| ウロハゼ | 1 | | 消化されていた |
| マハゼ | 2 | 土、ミミズのようなもの、甲虫の幼虫、プランクトン？ | |
| ヒメハゼ | 1 | 昆虫、ヨコエビ、蜘蛛 | |
| ウグイ | 1 | | 消化されていた |

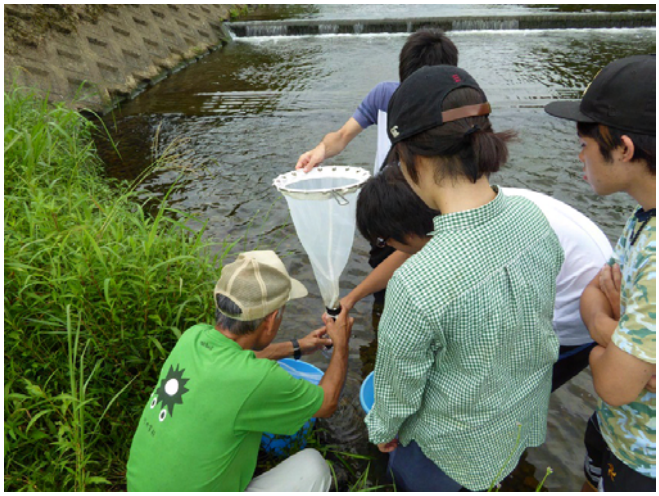
河口(海)

| 種名 | 個体数 | 胃内容 | 備考 |
|---|---|---|---|
| イシガレイ | 2 | 貝殻のようなもの | |

魚類調査

水質調査

水質調査



プランクトン調査

由良川河口域における水質調査

調査方法に関する講義

採集物の観察

水質解析

# 3. 平成26年度公開実習

## (2)海洋生物科学技術論と実習I
## 平成26年8月25日～30日

# 平成２６年度京都大学フィールド科学教育研究センター
# 舞鶴水産実験所公開実習（海洋生物科学実習Ⅰ・Ⅱ）
# 実施要項

**１．授業科目：**

〔海洋生物科学実習Ⅰ・海洋生物科学実習Ⅱ〕

京都大学農学部特別聴講学生としての受講が可能であり，本学より単位を発行する（各２単位）．ただし，単位認定の可否については所属する大学の教務・学務担当に照会すること．なお，海洋生物科学実習ⅠとⅡは連続して実施されるが，それぞれ独立した実習科目であるため，いずれか一方のみの受講も可能である．実習は京都大学農学部生と合同で行い，実習期間中は水産実験所の宿泊施設で合宿する．実習の詳細については次頁「１０．実習内容」を参照すること．

**２．実施施設：**京都大学フィールド科学教育研究センター　舞鶴水産実験所

**３．実施期間：**

海洋生物科学実習Ⅰ　平成２６年８月２５日（月）～ ８月３０日（土）

海洋生物科学実習Ⅱ　平成２６年８月３０日（土）～ ９月４日（木）

**４．対象学生：**

特別聴講学生になる場合：農学・水産学・生物環境学系学部の２・３年生

特別聴講学生にならない場合： 学部生・大学院生（文系・理系を問わない）

**５．定員：**海洋生物科学実習Ⅰ・Ⅱ　各５名（予定）

**６．必要提出書類：**

・特別聴講学生願書（特別聴講生になる場合）もしくは受講願（特別聴講生にならない場合）

・受入依頼書（特別聴講生になる場合）

・学生教育研究災害傷害保険加入証明（領収書等のコピーでも可）

**７．申込締切：**

特別聴講学生になる場合：平成２６年６月１３日(金)必着

特別聴講学生にならない場合：平成２６年７月１８日(金)必着

８．参加費用：１日約２，０００円（宿泊費・昼夕食費・その他雑費を含む）

※ 朝食は各自で用意する（スーパー等への送迎は実験所職員が行う）

９．提出・問い合わせ先：

〒６２５－００８６ 京都府舞鶴市長浜無番地

京都大学フィールド科学教育研究センター　舞鶴水産実験所

電話：０７７３－６２－５５１２　FAX：０７７３－６２－５５１３

E-mail：maizuru@adm.kais.kyoto-u.ac.jp

※ 実習への参加を希望される方はメールにて早めに受講の意思を連絡し，必要書類を提出すること．また，郵送の際には，封筒の表に「海洋生物科学実習参加申込書類在中」と朱書きすること．

１０．実習内容：

（註）天候の影響等で実習の内容は変更することがある．

○海洋生物科学実習Ⅰ

実習の日程と内容

１日目　集合，実習説明，舞鶴湾見学，シュノーケリング実習

２日目　砕波帯稚魚調査と解析

３日目　刺網漁獲物調査と解剖

４日目　動物プランクトン実習

５日目　磯採集調査

６日目　磯採集調査採集生物の同定，実習Ⅰ終了

○海洋生物科学実習Ⅱ

実習の日程と内容

１日目　集合，実習説明，シュノーケリング講習

２・３日目　ベントスの採集・同定と生理活性物質の抽出活性測定

４日目　海洋環境観測とベントス調査

５日目　ベントス調査採集生物の同定，クロロフィル分析

６日目　魚市場見学，実習 II 終了

## 平成 26 年度 海洋生物科学実習I-実施状況-

### (1) 日程

| 実習日程 | 実習項目 |
|---|---|
| 8月25日 | ・安全講習<br>・シュノーケリング講習 |
| 8月26日 | ・砕破帯仔稚魚調査<br>・プランクトン調査 |
| 8月27日 | ・魚類分類学および解剖学実習 |
| 8月28日 | ・プランクトン調査<br>・仔稚魚の食性分析 |
| 8月29日 | ・岩礁域の藻類採集 |
| 8月30日 | ・大型藻類の分類と計数<br>・データ解析 |

担当教員7名
舞鶴水産実験所：山下洋、益田玲爾、甲斐嘉晃、鈴木啓太；
農学研究科：鰺坂哲朗、田川正朋、中山耕至

### (2) 参加者

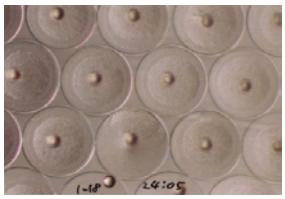
| 参加実習生所属 | 人数 |
|---|---|
| 山梨大学 | 2 |
| 福井県立大学 | 1 |
| 北海道大学 | 1 |
| 岡山理科大学 | 1 |
| 京都大学 | 20 |
| 合計 | 25名 |

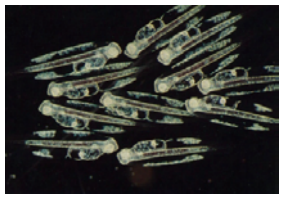
## 魚類実習

舞鶴水産実験所　益田・甲斐・鈴木・田城
海洋生物増殖学分野　田川・中山
TA　山崎

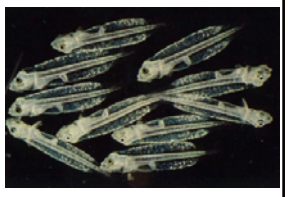
8/26　汀線域仔稚魚調査（野外）　益田・甲斐・中山・鈴木
- 初期成育場としての汀線域の重要性
- 成育場環境と仔稚魚相の関わり
- 資源量推定の実際　標識放流
- 翌日の試料採集　刺網，カゴ等

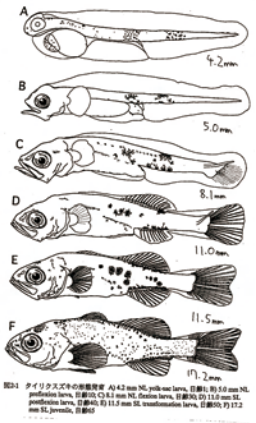
8/27　魚類学実習（主に室内）　田川・甲斐・中山
- カゴから魚回収
- 種同定　検索図鑑使用
- 外部形態観察　写真撮影
- 魚類標本庫見学　分類学について
- 解剖による内部形態観察　特に内臓諸器官
- 形態と機能，生態の関わり考察



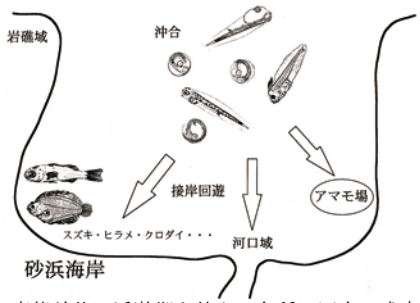


海産魚類
主に分離浮性卵　0.8-1.0mm程度
未発達な状態で孵化
仔魚期にはプランクトン生活






仔魚
各鰭が未完成
透明
骨格未完成（軟骨）
↓
“変態”
↓
稚魚
鰭条が定数に
成魚と同様の形態
硬骨・鱗完成




変態前後に浮遊期を終え，各種に固有の成育場に加入
砂浜，河口，岩礁，海草帯，流れ藻・・
選択的　能動的
初春から初夏に種数大　8月は仔稚魚は少ない
→　今回は仔稚魚・成魚ともに対象として調査する

採集用具

桁網　底性魚用

サーフネット
浮遊仔魚用

水産資源・・・「野生動物　無主物」
「自己更新性」
↓
資源水準に対して適正な漁獲量であれば，コストをかけずに持続的利用が可能
漁獲可能量（TAC）の設定

資源水準がわからなければ漁獲可能量は設定できない
しかし正確な推定は容易ではない

→ 河口内で多数捕獲される魚種を対象に，個体数推定を実際に試す．今回の対象魚はおそらくハゼ類.

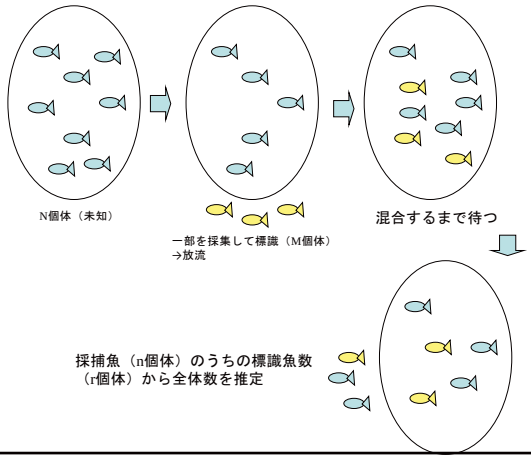
資源量推定　-　海の中の魚の数を知るには？

・漁獲による減少率，年齢組成等から推定　コホート分析
　単位努力量あたり漁獲量（CPUE）の変化

・計量的魚群探知機　リモートセンシング

・目視法　-　ライントランセクト　船・航空機・潜水

・標識放流法（ピーターセン法）




標識の種類　・外部タグ（主にプラスチック）
・コーディドワイヤタグ（磁気情報）
・薬品による皮下・鱗・耳石等の染色
　蛍光染料注射　ALC
・遺伝的標識（人工生産魚）
・鰭切除・抜き取り

26日分のレポートの内容（提出は27日終了後）

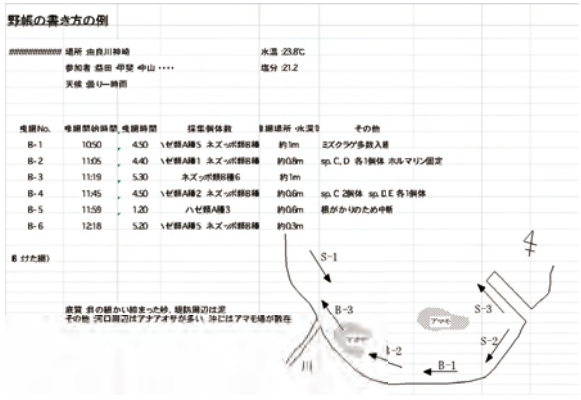
・清書済みの野帳，採集物の集計結果（和名，学名，体長，個体数）

・各採集場所の特徴（底質，水温，塩分，河口内か解放海域か，藻場の有無等）と，採集物の特徴（種組成，個体数，各種の色・形態等）との関係について考察する．

・今回調査での多獲魚の資源量，分布密度（標識放流の結果）
　採集地内の総個体数を推定
　採集地の面積から分布密度を計算（ $m^2$あたり）
　曳網速度を15cm/secとして午前・午後それぞれの総曳網面積を計算（網幅は桁網では１m）
　→　採集効率を計算

・他の資源量推定法と比べたときのピーターセン法の長所および短所，今回の調査方法に問題はなかったか，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．

野帳記入方法　　標識数，再捕数は「正」で別途記入




交代で野帳記入を担当する．

班分け

A班：荒川　坂井　壇　森本　鈴木　小松　村越
B班：有馬　佐々木　中井　山崎　瀧川　立松
C班：大井　佐橋　水野　山田貴　安江　齊木
D班：大神　世古　森川　山田智　山田雄　伊藤

A班採集，B班記録，C,D班鰭切り
↓
B班採集，C班記録，D,A班鰭切り
↓
C班採集，D班記録，A,B班鰭切り

曳網開始/終了時刻や採集個体数は申告・復唱を確実に．

標識中(鰭切り)

由良川河口内
急深・急流に注意！
河口外には離岸流

小型けた網による採集

ハオコゼ

カキ殻での傷

クラゲ刺傷

調査時の注意！

・ウェットスーツまたはライフジャケット着用　→　浮力確保

・底に障害物が多いのでマリンブーツ着用
流木，カキ殻等

・採集物が見えないときは毒魚等に注意

・熱中症，日焼けに注意．水分，帽子．

・雷等で中止の可能性あり

準備

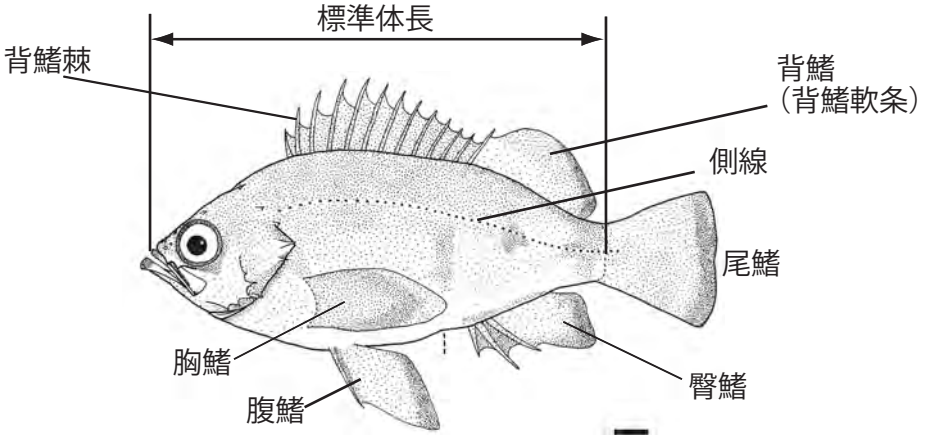
・昼食費
・着替えまたは大タオル（帰りの乗車用）

# 魚類分類学実習～外部形態編

## 実習内容

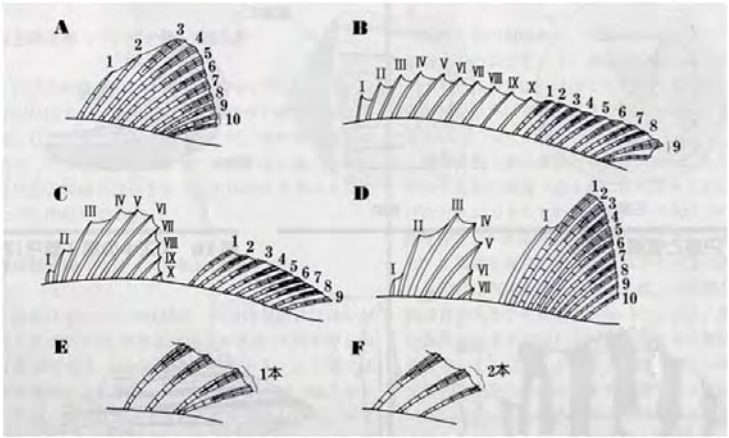
（1）各自一人 1 匹担当，魚を取ってくる．シャーレ・バットに入れて．
（2）2 人一組で手分けして種同定（図鑑をめくる係と形質を確認する係）．魚類検索を使うこと．「科」がなかなかわからなければ質問する事．
（3）レポート・考察

## 魚の基本形態




背鰭（Dorsal fin）：D
臀鰭（Anal fin): A
胸鰭（Pectoral fin): P1
腹鰭（Pelvic fin): P2

## 鰭式の見方（背鰭の場合）




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．

例えば，
A の図は，D 10
B の図は，D X, 9
C の図は，D X-9
（背鰭が 2 つに分かれている）
D の図は，D VII-I, 10
（図は中坊，1993　日本産魚類検索より）

他の鰭についても同じルールで書ける
臀鰭が例えば 1 棘 10 軟条なら，A I, 10
腹鰭が 1 棘 5 軟条なら，P2 I, 5

## レポート

・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)
・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）．
・形態的特徴と生態との関係を考えてみる．班の中で他の魚とも比較しながら．
（午後の内部形態の観察内容を組み込んでも OK）

例

標準和名：○○○
学名：Aaaa bbbb
標準体長：○○mm

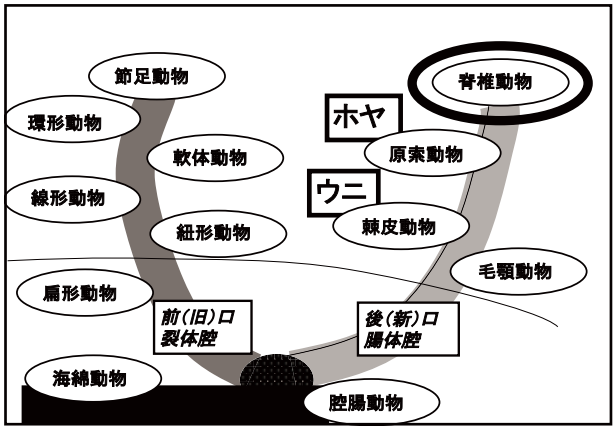
学名はイタリック．
イタリックであることを示すには
アンダーラインを引く．

D IX-15; A 13; P1 17; P2 I, 2
↑鰭式を自分の調べた個体で書いてみる．背鰭，臀鰭，胸鰭，腹鰭だけで OK. 図鑑の範囲にあるかどうかもチェック．

**魚の解剖**　*何を学んで欲しいか？*

魚でも人でも、同じ臓器が同じ場所にあること。
（比較解剖学的なものの見方、考えかた）

魚によって、臓器の大きさが異なること。
それには意味があり、生態にリンクしている。




解剖実習の手順

1）午前中に自分が同定した魚を取ってくる。
2）解剖前に　体重と体長を測る。
3）解剖し、器官の同定を行う。
　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スタッフやTAに確認すること。
　あまりぐちゃぐちゃにする前に、甲斐先生に写真を撮ってもらう。
　甲斐先生が印刷してくれた写真に、矢印で臓器名を記入する。
　データシートの記述に従って、記入・計算を行う。%も計算して記入しておくこと。
　解剖後の魚体、データシート、臓器名を記入した写真、の3点を、見やすいように並べる。
4）自分の魚について発表できるように、近縁種や同種の担当学生同士で相談する。
　キャッチフレーズと1－2項目の特徴を考えて、相談しておくこと。
　そのため、他の魚とそのデータシートを見て回り、自分の魚と比較しておく。
5）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。
　その後、全員でかたづけをする。
6）レポートを明日の1時までに甲斐先生に提出。

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　　体長の　　%
胆嚢　膵臓　膀胱　肺　　肝臓　　g　　体重の　　%

鰓耙（さいは）　長い　短い
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

この実習についての感想

# 動物プランクトンの観察および稚魚の胃内容物査定

担当：鈴木啓太（舞鶴水産実験所）

## 1. 目的

・動物プランクトンを構成する分類群の多様性を理解する.
・稚魚に利用されている動物プランクトンの分類群を調べる.

## 2. 内容

1) 午前（9:00～）
・ウォーミングアップ「チリメンモンスターを探せ」（30 分）
・実習の説明（30 分）
・実習 1. 動物プランクトンの観察・スケッチ（2 時間）

2) 午後（13:00～）
・実習 2. 環境中の動物プランクトンの分析（2 時間）
・実習 3. 稚魚胃内容物中の動物プランクトンの分析（1 時間）

## 3. 動物プランクトンの観察法

1) ピペットを使って上澄みを取り除く（沈殿物を取り除かないように注意).
2) 沈殿物に水道水を加えて適当な量に調整する（大きなゴミがあれば取り除く).
3) ピペットを使ってよく撹拌した後，適当量を格子付シャーレに取り分ける.
4) 実体顕微鏡により観察し，500 個体以上を同定・計数する.
5) 必要に応じ，実体顕微鏡のステージの交換，メチレンブルーによる染色，胸肢や尾節の解剖，生物顕微鏡による観察を行う.

## 4. 稚魚胃内容物の査定法

1) デジタルノギスを使って稚魚の体長を測定する.
2) 稚魚の胃を摘出し，内容物を格子付シャーレに移す（シャーレに水を張っておく).
3) 胃内容物を柄付針やピンセットで解しながら同定・計数する.

## 動物プランクトンの観察および稚魚の胃内容物査定レポート

氏名（所属）:

| 実習 1. 動物プランクトンの観察・スケッチ（2 つ以上の分類群をスケッチし，分類群名とサイズを付記する） |
|---|
| |
| 実習 2. 環境中の動物プランクトンの分析（河口と砂浜，100 個体以上を同定・計数し，各自で分類群組成を求める） |
| |
| 実習 3. 稚魚胃内容物中の動物プランクトンの分析（魚種ごとに集計したデータを用い，分類群組成を求める） |
| |
| 考察・感想（選択的捕食の有無，胃内容物査定の問題点，本実習に関する意見や質問など） |
| |

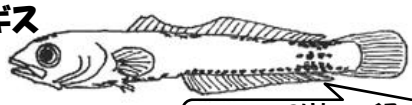
# チリメン・モンスター図鑑
## ー海の生き物の子供たちー

## 1. 細長い形の魚

### カタクチイワシ（ちりめんじゃこ）

あごが引込む

### シロギス

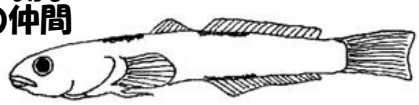


おびれの付根に黒い帯

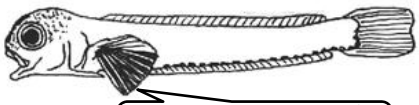
### エソの仲間

おなかに大きな黒い点

### ハゼの仲間

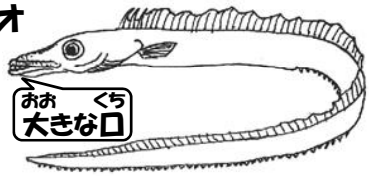


### ナベカ



むなびれの色は赤と黒

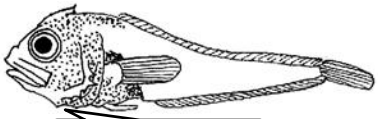
### タチウオ



大きな口

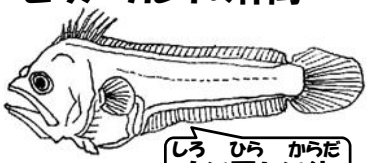
## 2. 変わった形の魚

### アカタチ



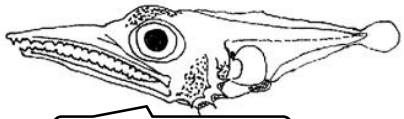
大きな角ばった頭

### ヒラメ・カレイの仲間



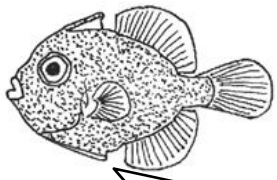
白い平たい体

### イソマグロの仲間



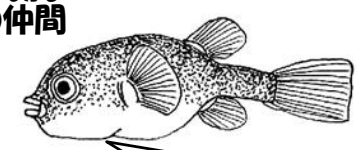
大きな口と大きな目

### カワハギの仲間



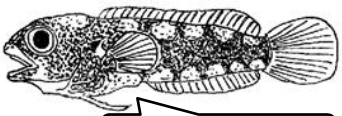
大きな頭と平たい体

### フグの仲間



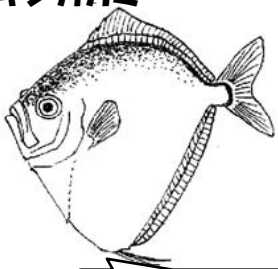
大きな丸い頭

### ニジギンポ



大きな目と黒い体

### ギンカガミ



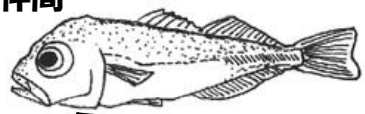
鏡のような色と形

### タツノオトシゴの仲間

おもて

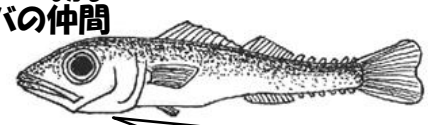
# 3. その他の魚

アジの仲間



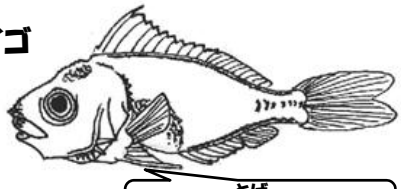
黄色のせなかと銀色のおなか

サバの仲間



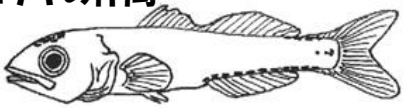
黒色のせなかと銀色のおなか

アイゴ

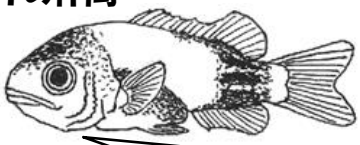


ひれには棘がたくさん

クロサギの仲間

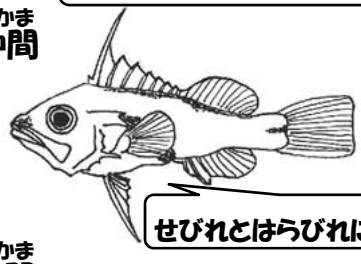


スズメダイの仲間



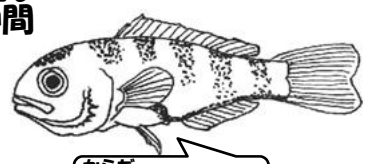
体は赤，頭とおびれの付根は黒

ハタの仲間



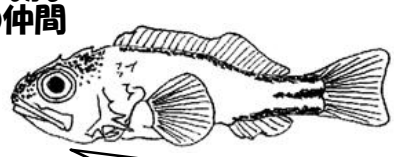
せびれとはらびれに長い棘

タイの仲間



体にしまもよう

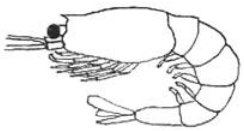
カサゴの仲間



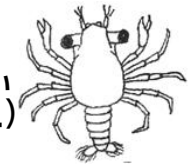
頭には棘がたくさん

# 4. 魚ではない生き物

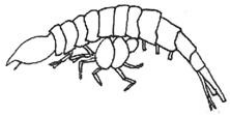
エビの仲間



カニの仲間（メガロパ幼生）

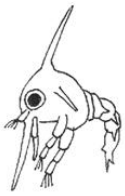


ヨコエビの仲間

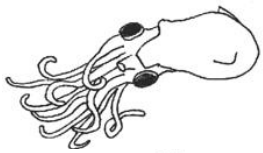


ユメエビの仲間

カニの仲間（ゾエア幼生）

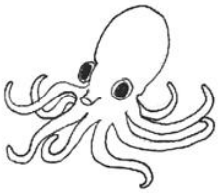


イカの仲間

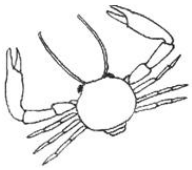


シャコの仲間（アリマ幼生）

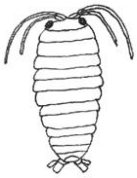
タコの仲間



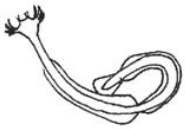
ドロカニダマシの仲間



ワラジムシの仲間



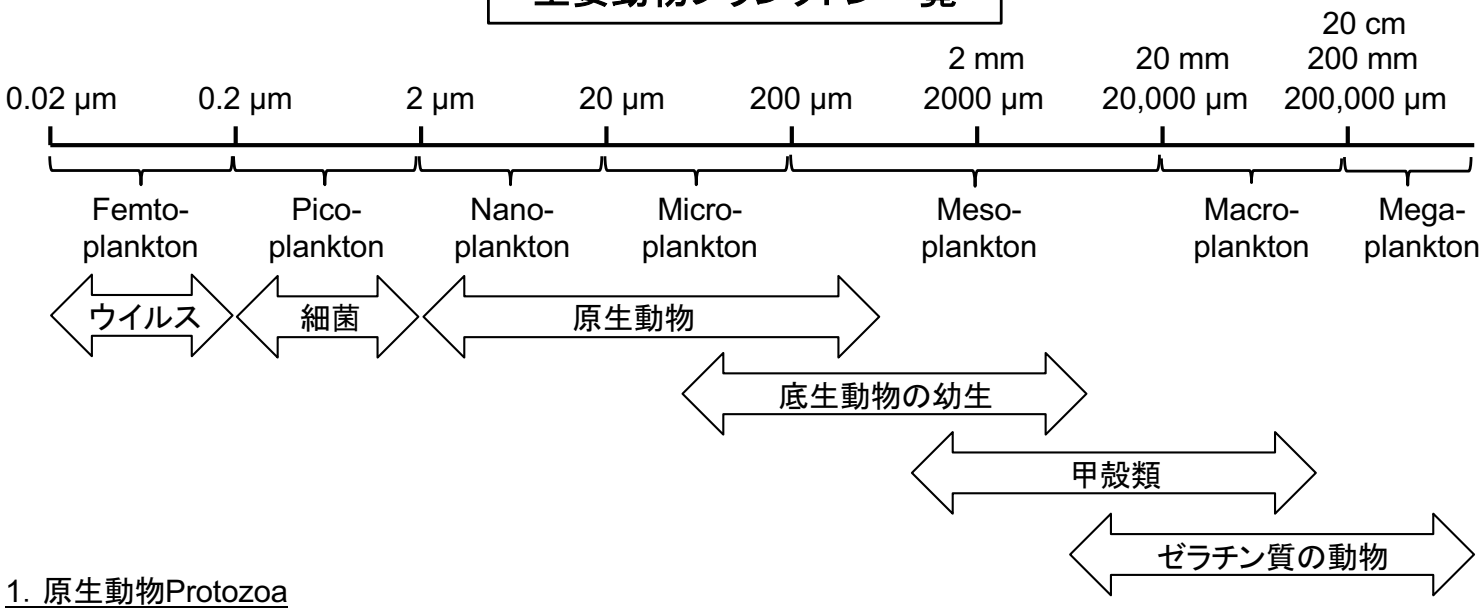
ヤムシの仲間



制作：鈴木啓太（京都大学フィールド科学教育研究センター舞鶴水産実験所）
参考：「チリモン図鑑」，公益社団法人大阪自然環境保全協会（編），http://chirimon.jp/
「日本産稚魚図鑑」，沖山宗雄（編），東海大学出版会
「日本産海洋プランクトン検索図説」，千原光雄・村野正昭（編），東海大学出版会

うら

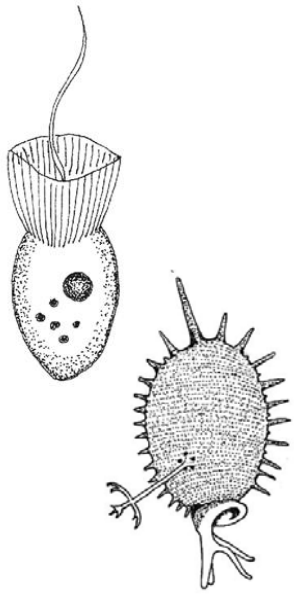
# 主要動物プランクトン一覧




## 1. 原生動物Protozoa

従属栄養の単細胞真核生物.
独立栄養の単細胞真核生物も含めて原生生物Protistaと呼ぶ場合もある.

### 1-1. 鞭毛虫類Mastigophora



例）襟鞭毛虫類Choanoflagellida

備考：鞭毛1本を持ち，その基部に襟が形成される．膜や殻に包まれる場合あり.

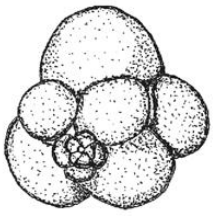
サイズ：< 50 μm

例）放散虫類Radiolaria

備考：細胞中央部に中嚢central capsuleと呼ばれる球状構造物を持つ．外洋性.

サイズ：< 200 μm

### 1-2. 肉質虫類Sarcodina

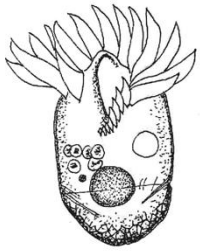


例）有孔虫類Foraminiferida

備考：細胞は殻に包まれる．殻は有孔または無孔.

サイズ：< 1000 μm

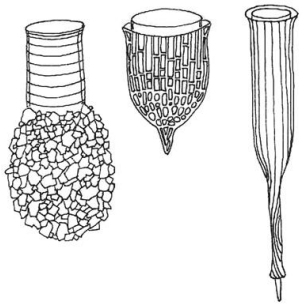
### 1-3. 繊毛虫類Ciliophora



例）少毛繊毛虫類Oligotrichida

備考：頭頂部の突起を多数の小膜が囲む

サイズ：< 100 μm



例）有鐘繊毛虫類Tintinnina

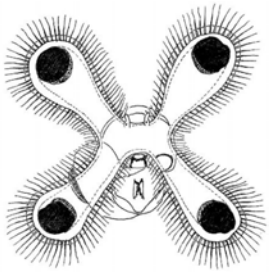
備考：殻の形状は様々．異物を付着させている場合あり.

サイズ：< 300 μm

## 2. 後生動物Metazoa

従属栄養の多細胞真核生物.

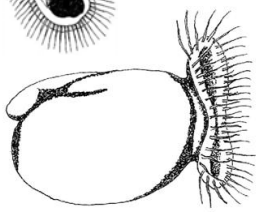
### 2-1. 底生動物の幼生



例）軟体動物　腹足類（巻貝類）Gastropoda

備考：貝殻を1つ持つ. ベリジャーveliger幼生と呼ばれる.

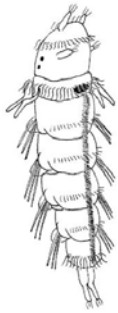
サイズ：< 0.3 mm



例）軟体動物　斧足類（二枚貝類）Bivalvia

備考：貝殻を2つ持つ. ベリジャーveliger幼生と呼ばれる.

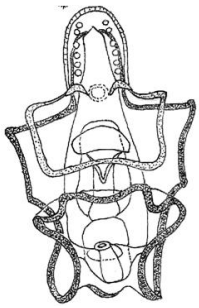
サイズ：< 0.4 mm



例）環形動物　多毛類（ゴカイ類）Polychaeta

備考：体節あり. 剛毛を備える.

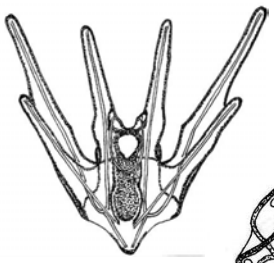
サイズ：< 1 mm



例）棘皮動物　ヒトデ類Asteroidea

備考：ブラキオラリアbrachiolaria幼生と呼ばれる（前ステージはビピンナリアbipinnaria幼生）.

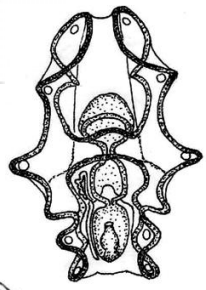
サイズ：< 5 mm



例）棘皮動物　ウニ類Echinoidea

備考：プルテウスpluteus幼生と呼ばれる（前ステージはプリズムprism幼生）.

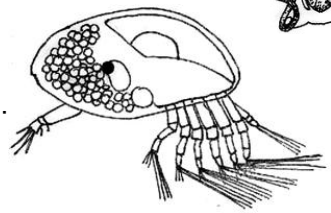
サイズ：< 2.5 mm



例）棘皮動物　ナマコ類Holothuroidea

備考：オーリクラリアauricularia幼生と呼ばれる（後ステージはドリオラリアdoliolaria幼生）.

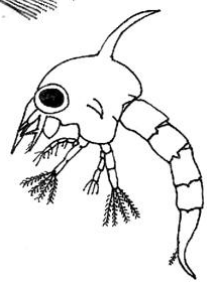
サイズ：< 1 mm



例）甲殻類　曼脚類（フジツボ類）Thecostraca

備考：キプリスcypris幼生と呼ばれる（前ステージはノープリウスnauplius幼生）.

サイズ：< 1 mm



例）甲殻類　十脚類（エビ・カニ類）Decapoda

備考：頭胸部と腹部を持つ. ゾエアzoea幼生と呼ばれる.

サイズ：< 10 mm

2-2. 甲殻類Crustacea

例）ミジンコ類Cladocera

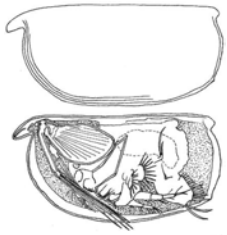
備考：第2触角が発達し腕のように見える．海産は全世界で8種のみ．

サイズ：0.5–1.5 mm

例）貝形虫類Ostracoda

備考：軟体部は2枚の殻に挟まれている．

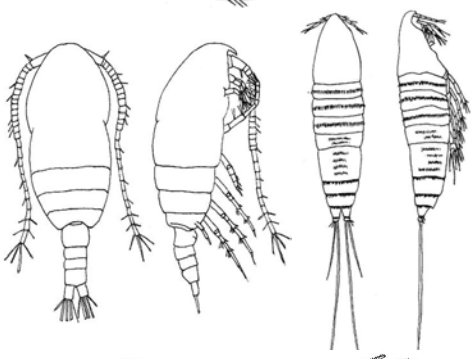
サイズ：1–5 mm



例）橈脚類（カイアシ類）Copepoda

備考：頭胸部は卵型，腹部と尾部は細長い．ノープリウス幼生あり．

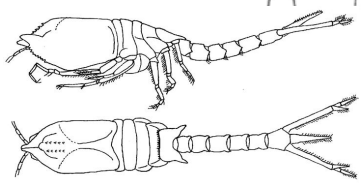
サイズ：1–5 mm



例）クーマ類Cumacea

備考：体は細長く，特に腹部と尾部が伸長する．メスは育房を持つ．

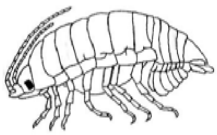
サイズ：5–10 mm



例）等脚類（ワラジムシ類）Isopoda

備考：体は扁平．頭部，胸部，腹部，尾部の区切は不明瞭．メスは育房を持つ．

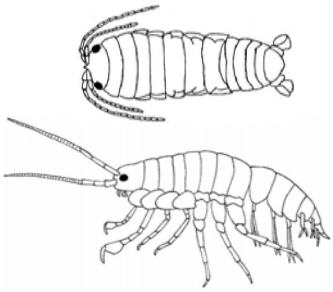
サイズ：5–20 mm



例）端脚類（ヨコエビ類）Amphipoda

備考：体は側扁．頭部，胸部，腹部，尾部の区切は不明瞭．メスは育房を持つ．

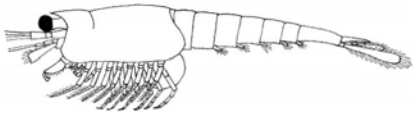
サイズ：5–20 mm



例）アミ類Mysidacea

備考：十脚類とは異なり胸肢は8対．腹肢は発達せず．メスは育房を持つ．

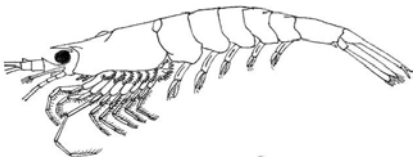
サイズ：5–20 mm



例）オキアミ類Euphausiacea

備考：十脚類とは異なり胸肢は8対．腹肢は発達する．育房を持たない．

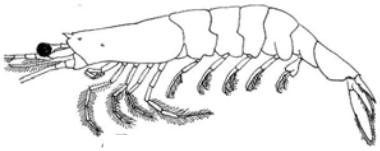
サイズ：10–30 mm



例）十脚類（エビ・カニ類）Decapoda

備考：胸肢は5対だが，一部退化している場合あり．育房を持たない．

サイズ：20–100 mm



2-3. ゼラチン質の動物

例）刺胞動物　ヒドロクラゲ類Hydrozoa

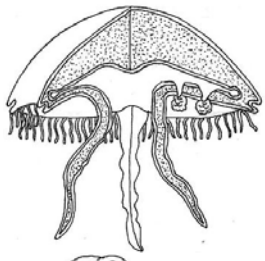
備考：傘縁に縁膜が形成される.

代表種：カミクラゲ*Spirocodon saltator*, オワンクラゲ*Aequorea coerulescens*

例）刺胞動物　鉢クラゲ類Scyphozoa

備考：傘縁に縁膜は形成されない.

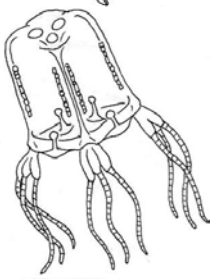
代表種：ミズクラゲ*Aurelia aurita*, アカクラゲ*Chrysaora melanaster*



例）刺胞動物　立方クラゲ類Cubozoa

備考：傘は立方体.

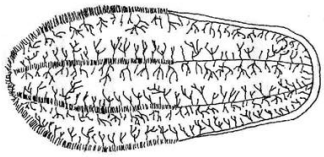
代表種：アンドンクラゲ*Calybdea rastni*



例）有櫛動物　無触手類Atentaculata

備考：触手を欠く.

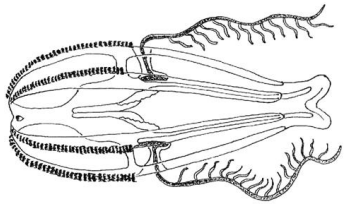
代表種：ウリクラゲ*Beroe cucumis*



例）有櫛動物　有触手類Tentaculata

備考：触手を持つ.

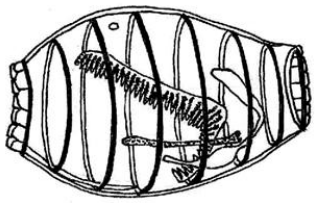
代表種：カブトクラゲ*Bolinopsis mikado*



例）尾索動物　筋体類（ウミタル・サルパ類）Myosomata

備考：入水孔と出水孔を持つゼラチン質の袋に環状の筋肉帯を備える.

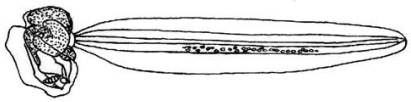
サイズ：2–300 mm



例）尾索動物　尾虫類（オタマボヤ類）Appendiculata

備考：卵型の体幹部と細長い尾部を持つ．ゼラチン質の構造物に包まれる.

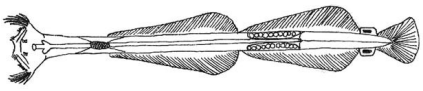
サイズ：2–30 mm



例）毛顎動物　現生矢虫類Sagittoidea

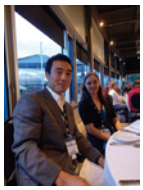
備考：体は透明かつ弾力のあるゼラチン質で，矢のような形.

サイズ：5–60 mm



作成者：鈴木啓太（京都大学フィールド科学教育研究センター　舞鶴水産実験所）

参考文献：「日本産海洋プランクトン検索図説」，千原光雄・村野正昭（編），東海大学出版会
「岩波生物学辞典第4版」，八杉龍一・古関治男・古谷雅樹・日高敏隆（編），岩波書店

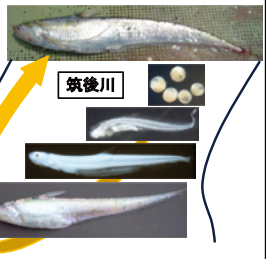


## 仔稚魚の生態学ー初期減耗の研究ー

Larval fish（仔魚）：成魚とは異なる形態をもつ（鰭条が定数になるまで）
Juvenile fish（稚魚）：成魚と類似した形態をもつが，繁殖能力はない

初期減耗：海産魚類の多くは小卵多産の繁殖戦略をとる
→飢餓，被食，輸送などにより大部分が発育初期に死亡する

⇒仔稚魚の生態学は
資源変動機構を理解する上で重要




有明海特産魚エツの
初期生活史
Suzuki et al. (2014)

## チリメンモンスター

ちりめんじゃこ（イワシ類の仔魚）に混じっている様々な生物
→海産動物の幼生（=動物プランクトン）が多く含まれる

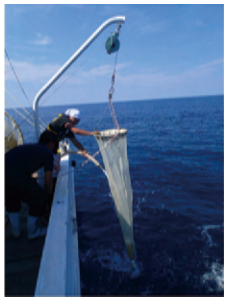
・魚類：イワシ類，アジ類，サバ類など
・甲殻類：エビ類，カニ類など
・軟体動物：イカ類，タコ類など

ウォーミングアップとして
チリメンモンスターを探しながら
動物プランクトンの多様性を実感する

## 動物プランクトンの調査方法

大型リングネットの
水平曳き・傾斜曳き

小型リングネットの
鉛直曳き

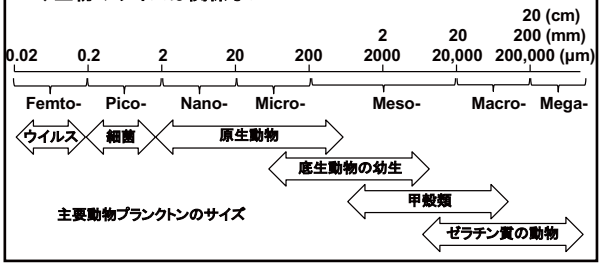


## プランクトンPlanktonの定義

・遊泳力が乏しく，水中に漂って生活する生物（浮遊生物）

↔ネクトンNekton（遊泳生物），ベントスBenthos（底生生物）

→生物のサイズは関係ない




主要動物プランクトンのサイズ

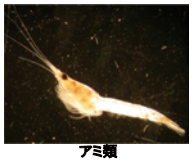
## プランクトンの特徴

・あらゆる分類群の生物を含む（分類学的多様性）
・様々な機能群を含む（生態学的多様性）

→網羅的研究は困難
例）サイズで分ける，分類群で分ける，機能群で分ける

→実用的研究の切り口
例）赤潮，貝毒，無脊椎動物の生活史，仔稚魚の餌生物

カイアシ類


アミ類

## 1. 本実習の目的

・動物プランクトンを構成する分類群の多様性を理解する
・稚魚に利用されている動物プランクトンの分類群を調べる

## 2. 本実習の内容

1) 午前
・ウォーミングアップ「チリメンモンスターを探せ」（30分）
・実習の説明（30分）
・実習1. 動物プランクトンの観察・スケッチ（2時間）

2) 午後
・実習2. 環境中の動物プランクトンの分析（2時間）
・実習3. 稚魚胃内容物中の動物プランクトンの分析（1時間）

桁網に関する解説

桁網による採集

桁網採集物の確認

魚類の解剖

プランクトンの解説

プランクトンの観察

海藻の採集

海藻の観察

# 3. 平成26年度公開実習

## (3)海洋生物科学技術論と実習II
## 平成26年8月30日～9月4日

# 平成２６年度京都大学フィールド科学教育研究センター
# 舞鶴水産実験所公開実習（海洋生物科学実習Ⅰ・Ⅱ）
# 実施要項

**１．授業科目：**

〔海洋生物科学実習Ⅰ・海洋生物科学実習Ⅱ〕

京都大学農学部特別聴講学生としての受講が可能であり，本学より単位を発行する（各２単位）．ただし，単位認定の可否については所属する大学の教務・学務担当に照会すること．なお，海洋生物科学実習ⅠとⅡは連続して実施されるが，それぞれ独立した実習科目であるため，いずれか一方のみの受講も可能である．実習は京都大学農学部生と合同で行い，実習期間中は水産実験所の宿泊施設で合宿する．実習の詳細については次頁「１０．実習内容」を参照すること．

**２．実施施設：**京都大学フィールド科学教育研究センター　舞鶴水産実験所

**３．実施期間：**

海洋生物科学実習Ⅰ　平成２６年８月２５日（月）～ ８月３０日（土）

海洋生物科学実習Ⅱ　平成２６年８月３０日（土）～ ９月４日（木）

**４．対象学生：**

特別聴講学生になる場合：農学・水産学・生物環境学系学部の２・３年生

特別聴講学生にならない場合： 学部生・大学院生（文系・理系を問わない）

**５．定員：**海洋生物科学実習Ⅰ・Ⅱ　各５名（予定）

**６．必要提出書類：**

・特別聴講学生願書（特別聴講生になる場合）もしくは受講願（特別聴講生にならない場合）

・受入依頼書（特別聴講生になる場合）

・学生教育研究災害傷害保険加入証明（領収書等のコピーでも可）

**７．申込締切：**

特別聴講学生になる場合：平成２６年６月１３日(金)必着

特別聴講学生にならない場合：平成２６年７月１８日(金)必着

８．参加費用：１日約２，０００円（宿泊費・昼夕食費・その他雑費を含む）

※ 朝食は各自で用意する（スーパー等への送迎は実験所職員が行う）

９．提出・問い合わせ先：

〒６２５－００８６ 京都府舞鶴市長浜無番地

京都大学フィールド科学教育研究センター　舞鶴水産実験所

電話：０７７３－６２－５５１２　FAX：０７７３－６２－５５１３

E-mail：maizuru@adm.kais.kyoto-u.ac.jp

※ 実習への参加を希望される方はメールにて早めに受講の意思を連絡し，必要書類を提出すること．また，郵送の際には，封筒の表に「海洋生物科学実習参加申込書類在中」と朱書きすること．

１０．実習内容：

（註）天候の影響等で実習の内容は変更することがある．

○海洋生物科学実習Ⅰ

実習の日程と内容

１日目　集合，実習説明，舞鶴湾見学，シュノーケリング実習

２日目　砕波帯稚魚調査と解析

３日目　刺網漁獲物調査と解剖

４日目　動物プランクトン実習

５日目　磯採集調査

６日目　磯採集調査採集生物の同定，実習Ⅰ終了

○海洋生物科学実習Ⅱ

実習の日程と内容

１日目　集合，実習説明，シュノーケリング講習

２・３日目　ベントスの採集・同定と生理活性物質の抽出活性測定

４日目　海洋環境観測とベントス調査

５日目　ベントス調査採集生物の同定，クロロフィル分析

６日目　魚市場見学，実習Ⅱ終了

## (1) 日程

| 実習日程 | 実習項目 |
|---|---|
| 8月30日 | ・安全講習<br>・シュノーケリング講習 |
| 8月31日 | ・実験所周辺にて底生生物を採集 |
| 9月1日 | ・分子遺伝学的手法による種同定 |
| 9月2日 | ・「緑洋丸」による乗船実習 |
| 9月3日 | ・試水の分析<br>・データ解析<br>・底生生物の分類・計数 |
| 9月4日 | ・魚市場見学 |

担当教員6名
舞鶴水産実験所：益田玲爾、甲斐嘉晃、鈴木啓太
農学研究科：豊原治彦、木下政人、笠井亮秀

## (2) 参加者

| 参加実習生所属 | 人数 |
|---|---|
| 人間環境大学 | 2 |
| 福井県立大学 | 1 |
| 神戸女学院大学 | 1 |
| 京都大学 | 19 |
| 合計 | 23名 |

# 海洋生物科学技術論と実習 II

分子遺伝学的手法による海洋生物の種同定
プロトコル

1

## 海洋生物からのDNAの調製

1. 採集した海洋生物(　　)の組織を1片(約3 mm角)を切り取り，マイクロチューブに入れる.
2. 組織片にDNA抽出バッファー TNE(400 µl)をチューブに加え，ハンドホモジェナイザーで磨砕.
3. 10% SDS(20 µl)を加える.
4. 10 mg/ml Proteinase K(2 µl)を加え，上下反転して穏やかに混合する.
5. 55℃，2-3 h インキュベートする【タンパク質の分解】.
6. Phenol/Chroloform(400 µl)を加え，乳濁化するまでボルテックスで混和【タンパク質の変性】 フェノールは劇薬なので取り扱い注意.
7. 10000×*g*，5 minの遠心を行なう.
8. 2層に分離した上層(水層)を回収し，新しいチューブに移す【タンパク質の除去】.
9. 6-8を繰り返す.

2

10. Chloroform(400 µl)を加え，ボルテックスで混和.
11. 10000×*g*，5 min遠心分離.
12. 2層に分離した上層(水層)を回収し，新しいチューブに移す 【フェノールの除去】.
13. 1／10量(40 µl)の3M酢酸ナトリウム，2.5倍量の100%エタノール1000 µlを加え、ボルテックスで混和.
14. 10000×*g*，15 minの遠心分離を行ないDNAのペレットを得る【DNAの回収】.
15. 上清を取り除き，沈殿に70%エタノールを1000 µl加え，ボルテックス【共沈した塩の除去】.
16. 10000×*g*，5 min遠心分離.
17. 上澄みを取り除き、沈殿に100%エタノールを100 µl加え、洗浄
18. 10000×*g*，5 min遠心分離
19. 上澄みをピペットマンでていねいに取り除き、42℃で1分程度加熱しエタノールを蒸発させる。【 エタノールの除去】
20. 500 µlの$H_2O$に溶かす.

3

## PCRによるDNAの増幅と，制限酵素処理による断片長多型の解析 ―PCRによる28SrDNAの増幅

1. PCRプレミックス溶液(プライマー，バッファー，DNAの基質となるdNTPs，耐熱性DNAポリメラーゼ等)19 µlが入った200 µlのチューブにDNA溶液を1 µl入れる.
2. サーマルサイクラーで以下の条件でPCRを行なう.

| | | |
|---|---|---|
| 95 ℃，0.5 min | : | DNAの変性 |
| 50 ℃，1 min | : | アニーリング |
| 68℃，1 min | : | 伸長反応　30サイクル. |

4

## PCRによるDNAの増幅と，制限酵素処理による断片長多型の解析 ―PCR産物の電気泳動

1. パラフィルム上で，PCR産物4 µlとゲルローディングバッファー2 µlを混和する.
2. 1%アガロースゲルのウェルに上記サンプル(6 µl)とサイズマーカー(100 bpラダー:3 µl)をアプライし，電気泳動を行う. **ゲルにはエチジウムブロマイド(強い発癌性がある)が含まれているので手袋をつけて扱うこと.**
3. BPBがゲルの1/2くらい流れたところで泳動を終了する.
4. トランスイルミネーターにサランラップを敷き，その上にゲルをのせてUVで照らし，泳動パターンを確認し写真撮影する. **UVは直視しないこと.**

5

## PCRによるDNAの増幅と，制限酵素処理による断片長多型の解析― PCR産物の制限酵素(*Hae*Ⅲ)処理

1. 電気泳動で増幅が確認できたPCR産物16 µlに，*Hae*Ⅲ mixを4 µl(10×制限酵素のバッファー2 µlと*Hae*Ⅲ2 µl)加える.
2. *Hae*Ⅲの切断サイト　5'…GG CC…3'
   3'…CC GG…5'
3. 37℃，1h，インキュベートする【酵素反応】.
4. *Hae*Ⅲ分解産物の電気泳動.
5. *Hae*Ⅲ分解産物のチューブにゲルローディングバッファー4 µlを加える.
6. 3%アガロースゲルのウェルにサンプル(*Hae*Ⅲ分解産物24 µl)，サイズマーカー(100 bpラダー:1 µl)をアプライし，電気泳動を行う. **ゲルにはエチジウムブロマイド(強い発癌性がある)が含まれているので手袋をつけて扱うこと.**
7. BPBがゲルの1/2くらい流れたところで泳動を終了する.
8. トランスイルミネーターにサランラップを敷き，その上にゲルをのせてUVで照らし，泳動パターンを確認し写真撮影する. **UVは直視しないこと.**

# 海洋観測

## 担当

笠井亮秀（海洋生物環境学分野）

## 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 3 測点（A～C）と湾外の 3 測点（D～F）において観測を行い、夏季の舞鶴湾内外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、海色　　使用機器：透明度板（セッキーディスク）、水色計
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

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。
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？に着目した解析を行う

# 底生動物調査

## 担当

甲斐嘉晃・鈴木啓太（舞鶴水産実験所）

## 背景と目的

底生動物の群集構造（種組成，個体数，生物量など）は生息環境に応じて明瞭に異なる．閉鎖的水域である舞鶴湾内の 1 地点（水深 10 m）および開放的水域である舞鶴湾外の 3 地点（水深 10, 30, 50 m）において底生動物を採集するとともに生息環境を調査し，底生動物群集と生息環境の対応関係を考察する．

## 調査内容

1. 底生動物の採集（桁網→冷蔵またはフォルマリン固定）
2. 堆積物の採取（ドレッジ型採泥器→冷蔵）
3. 定点（添付図参照）

定点 A（湾内，水深約 10m）：北緯 35 度 29.4 分，東経 135 度 23.5 分
定点 D（湾外，水深約 10m）：北緯 35 度 31.2 分，東経 135 度 17.8 分
定点 E（湾外，水深約 30m）：北緯 35 度 32.4 分，東経 135 度 18.0 分
定点 F（湾外，水深約 50m）：北緯 35 度 34.8 分，東経 135 度 19.2 分

## サンプル分析

定点ごとに底生動物を分類，計数，計量し，群集構造を比較する．

## データ解析

1. 種組成，個体数，生物量などにもとづき各地点の底生動物群集の特徴を把握する．
2. 各地点の堆積物および海洋構造の特徴を把握する．
3. 底生動物群集と生息環境の対応関係を考察する．

作業予定

9 月 2 日（火）

| | |
|---|---|
| 8:30 | 食堂に集合 |
| 8:30~ 9:30 | 観測打合せ、準備 |
| 9:30~11:30 | 舞鶴湾内の海洋観測・底生動物採集（緑洋丸） |
| 11:30~12:30 | 昼食 |
| 12:30~16:00 | 舞鶴湾外の海洋観測・底生動物採集（緑洋丸） |
| 16:00~ | 採水サンプルの濾過（実験室）とクロロフィルの抽出。観測データの解析 |

9 月 3 日（水）

| | |
|---|---|
| 8:30~12:00 | 実験室に集合、クロロフィル分析、データ解析（演習室） |
| 12:00~13:00 | 昼食 |
| 13:00~ | 底生動物の分類、計数、計量 |

9 月 4 日（木）

| | |
|---|---|
| 8:30~12:00 | 魚市場見学（緑洋丸） |
| 12:00~13:00 | 昼食 |
| 13:00~14:30 | 底生動物データの解説 |

持ち物

時計、筆記用具、ノート、野帳、飲み物

船上作業の分担（5 班編成）

1. 時刻や位置情報などの記帳
2. 海色と透明度の観測
3. 水温，塩分，濁度，クロロフィル蛍光度の観測（CTD）
4. 採水（バンドン型採水器）と採泥（ドレッジ型採泥器）
5. 底生動物採集（桁網）

調査定点図

定点F
定点E
定点D
定点C
定点B
定点A
宮津市
与謝郡
舞鶴市
地図データ ©2014 Google, ZENRIN 2 km

底生動物調査レポート

氏名（所属）

| 定点 | A | D | E | F |
|---|---|---|---|---|
| 位置 | 東舞鶴湾奥 | 由良川河口沖 | 由良川河口沖 | 由良川河口沖 |
| 水深 | 10 m | 10 m | 30 m | 50 m |
| | | | | |
| 環境データ | | | | |
| 海面水温（ºC） | | | | |
| 海底水温（ºC） | | | | |
| クロロフィル極大値（μg/L） | | | | |
| 河川の影響（強い or 弱い） | | | | |
| 底質（泥質 or 砂質） | | | | |
| | | | | |
| 生物データ | | | | |
| 分類群数 | | | | |
| 個体数合計（個体） | | | | |
| 湿重量合計（g） | | | | |
| 優占種（個体数上位 5 種） | | | | |
| 優占種（湿重量上位 5 種） | | | | |

考察　（海域による違い（A vs D），水深帯による違い（D vs E vs F），問題点，疑問点など）

# 調査野帳

氏名:

2014年9月2日

| 測 点 番 号 | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 位置 北緯(35°N) | | | | | | |
| WGS84 東経(135°E) | | | | | | |
| 観測開始時刻 | | | | | | |
| 観測終了時刻 | | | | | | |
| 天 気 | | | | | | |
| 海 色 | | | | | | |
| 海 象 | | | | | | |
| 水 深 (m) | | | | | | |
| クロロテック ブロック番号 | | | | | | |
| 透明度 (m) | | | | | | |
| 備 考 | | | | | | |

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

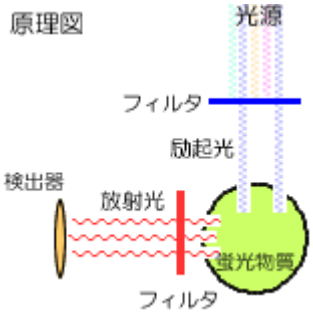
１２． 分析器具の片付け

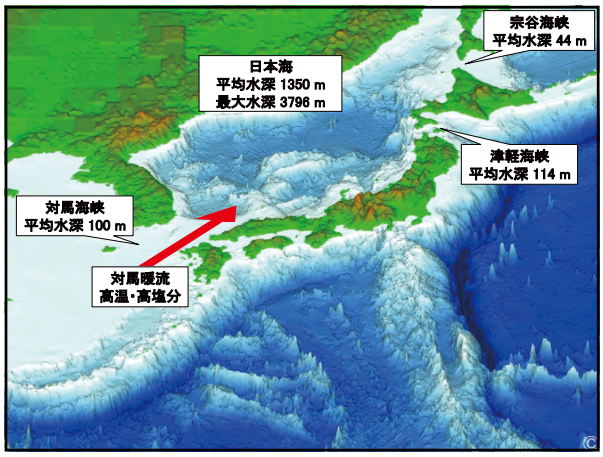
## 蛍光

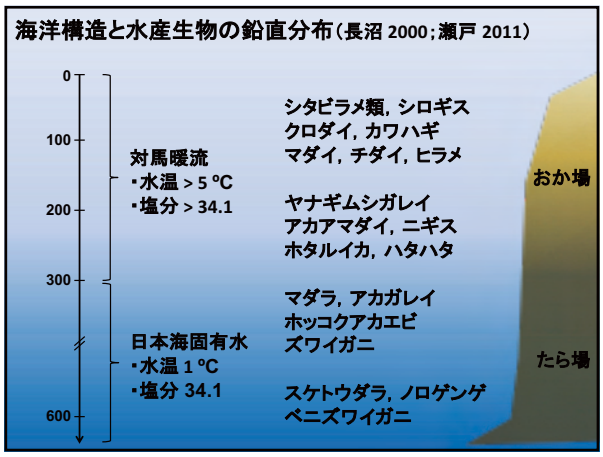
特定の光を吸収して励起された物質が、特定の波長の光を放射する現象のことを蛍光と呼び、身近なところでは水銀の輝線スペクトル（ＵＶ）を受け可視光を発する蛍光灯や、蛍光で白さを強調する漂白剤などの例があります。励起される波長や、放射する光の波長はそれぞれの蛍光物質固有のもので、グレーティング（回折格子）や光学フィルタをつかって分光し、その光の強度だけを計測すると、目的とする蛍光物質を計測することができます。励起光の強さが一定であるとき、放射光の強度はほぼ濃度に比例します。同じ濃度の蛍光物質の濃度を、吸光度と放射光の強度で測定した場合（蛍光法）では、２０～１０００倍も蛍光法の方が高感度であると言われています。また吸光度法と比較してダイナミックレンジが広く、妨害物質の影響を受けにくい特長があります。ただ蛍光値は無単位であり、同じ装置で同じ試料を計測したとしてもその表示値は異なります。濃度を絶対値で読みとることができないため、スタンダードでキャリブレーションすることが必要になります。

## フィルタ式蛍光光度計

グレーティング(回折格子）によりさまざまな波長を利用できる分光蛍光光度計に対して、右図のようにフィルタを利用して励起･放射波長を決定している蛍光光度計をフィルタ式蛍光光度計と呼んでいます。フィルタ式蛍光光度計は、構造が単純で安価ですが、特定の蛍光物質の定量を前提とした場合、分光蛍光光度計よりずっと簡便で扱いやすいという特長があります。大きな出力の光源ランプを必要とせず、小型で感度変化が少なく安定した測定を行うことができます。また、構造的に頑丈であるため、フィールド用途でも広く利用されます。投げ込み式のクロロフィルセンサの多くはこの形式の蛍光光度計です。






## 群集生態学

群集：ある場所に生息する生物の集まり　→多数の種を含む

生態学：生物の生活に関する科学　→生物と環境の関係を理解する

⇒生息環境や種間相互作用を解析することにより
群集構造（種組成，密度，生物量など）の決定要因を解明する

## 群集生態学の切り口

鍵種（Key species）

・優占種：密度（または生物量）が最大の種

・指標種：特定の環境に適応した種

・中枢種：群集構造に大きな影響を及ぼす優占的捕食者

制限要因（Limiting factor）

・必須要素：生育に不可欠な要素　例）水，酸素，食物

・最少律：最も不足する要素に規定されるという法則　例）貧酸素水

## 群集比較の方法① ー代表に集約するー

・多様度

例1 Simpsonの指数 $D = 1 - \sum_{i=1}^{S} P_i^2$

例2 Shannon-Wienerの指数 $H' = -\sum_{i=1}^{S} P_i^2 \ln P_i$

ただし，$P_i = n_i/N$（$n_i$は分類群iの採集個体数，Nは総採集個体数）

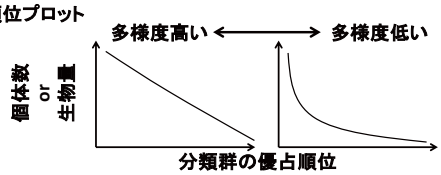
・指標種

例1 水生生物による河川水の水質判定（環境省・国土交通省）

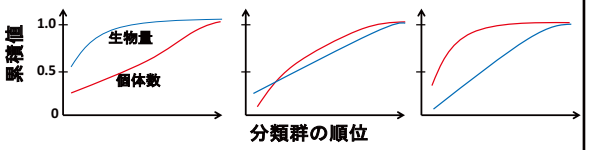
例2 Indicator species analysis (Dufrêne & Legendre, 1997)

## 群集比較の方法② ーグラフを利用するー

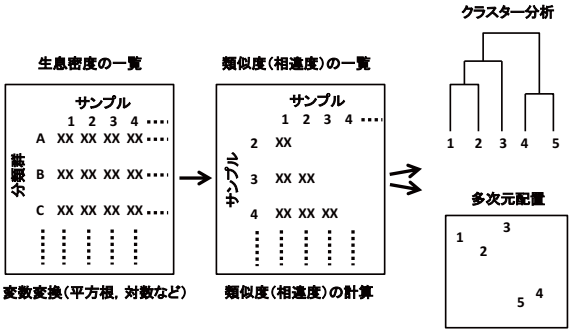
・順位プロット




・ABC（Abundance/Biomass Comparison）プロット



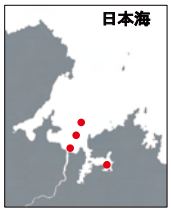

## 群集比較の方法③ ー多変量解析ー



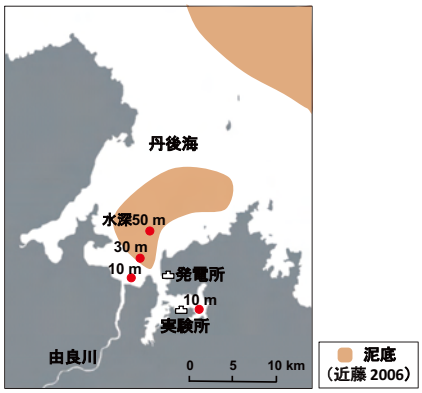

## 2014年9月2日

・海洋観測：水温，塩分，クロロフィル蛍光度，透明度，海色，底質など

・生物採集：底生動物（魚類，エビ・カニ類，ヒトデ類，貝類など）



## 調査地点

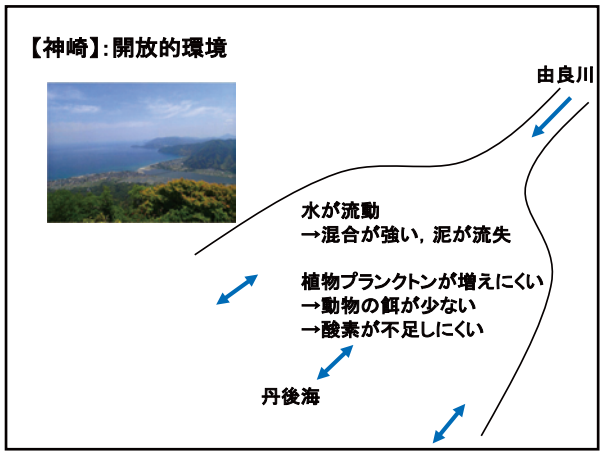



## 【舞鶴湾】：閉鎖的環境

水が停滞
→混合が弱い，泥が堆積

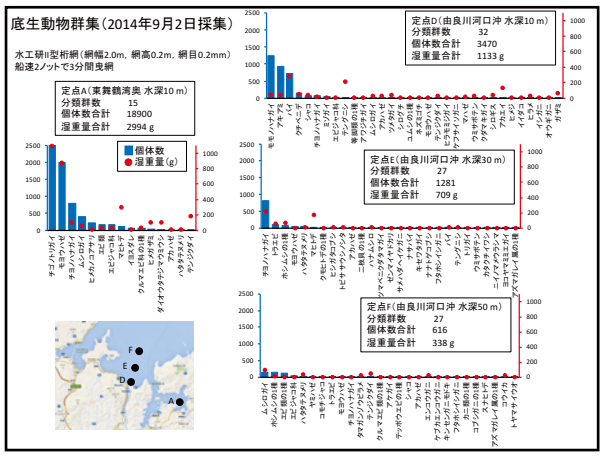
植物プランクトンが増えやすい
→動物の餌が多い
→腐るときに酸素を消費

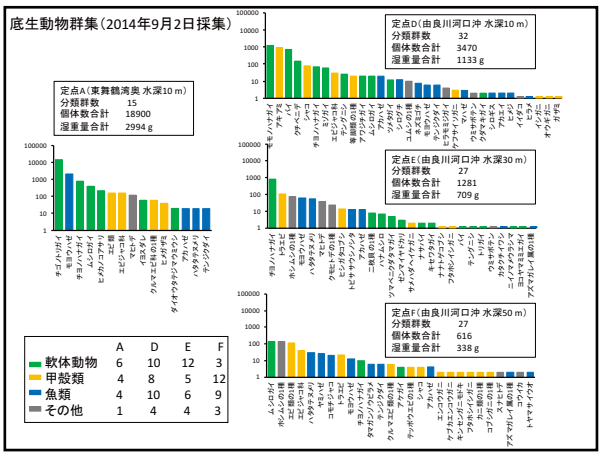
丹後海

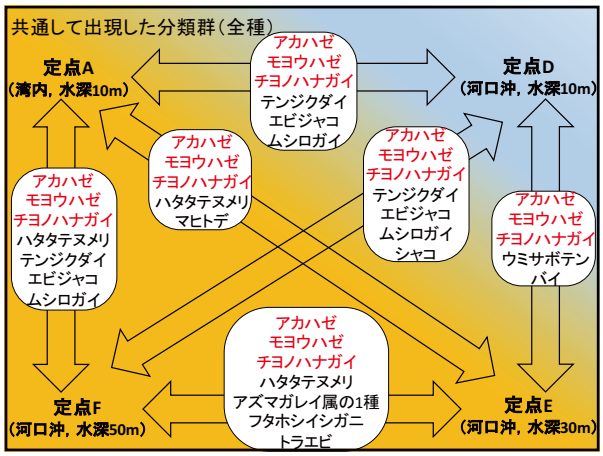


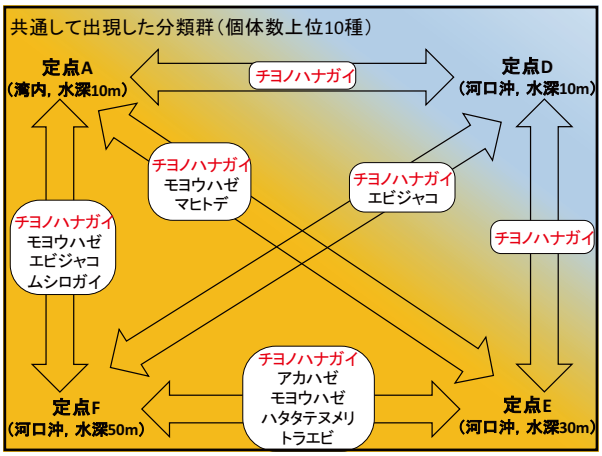

## 由良川河口沖の環境と生物

| | 由良川沖 水深5～10 m | 由良川沖 水深30～50 m |
|---|---|---|
| 【環境特性】 | | |
| 海底 | 砂質，有機物が少ない | 泥質，有機物が多い |
| 攪乱 | 多い | 少ない |
| 【先行研究】 | | |
| 魚類（南ら 1977） | 季節変動が大きい（ササウシノシタ，アラメガレイ，ヒラメ，ヒメジ，ネズミゴチなど） | 季節変動が小さい（タマガンゾウビラメ，テンジクダイ，コモチジャコ，ハタタテヌメリなど） |
| ヒトデ類（栗原 1996） | 二枚貝類捕食者（モミジガイ） | ウニ類捕食者（スナヒトデ） |
| 貝類（佐々木・上野 2006） | 砂底を好む貝類 | 泥底を好む貝類（舞鶴湾内と一部共通） |



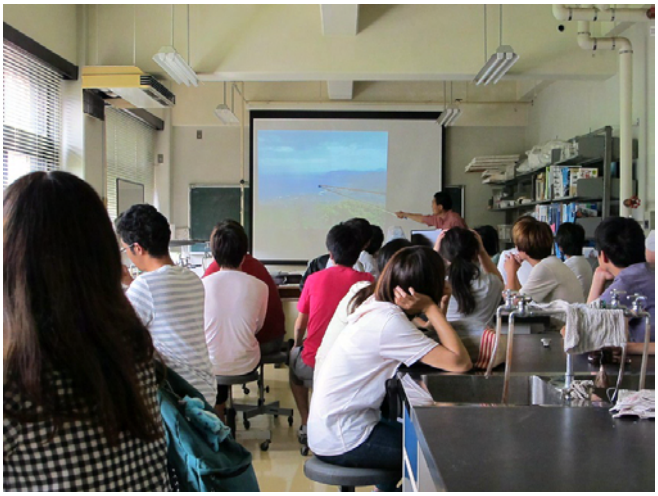



無脊椎動物の同定

無脊椎動物の解剖



舞鶴湾に関する講義

底生生物の分類

# 3. 平成26年度公開実習

## (4)若狭湾秋季の水産海洋生物実習
## 平成26年9月24日～9月29日

# 平成２６年度京都大学フィールド科学教育研究センター
# 舞鶴水産実験所公開実習（若狭湾秋季の水産海洋生物実習）
# 実施要項

**１．授業科目：**

〔若狭湾秋季の水産海洋生物実習〕

実習の履修後に「実習修了書」を発行する．実習修了書にもとづく単位認定の可否については所属する大学の教務・学務担当に照会すること．なお，本実習は２単位相当としている．実習期間中は水産実験所の宿泊施設に合宿する．実習の詳細については次頁「１０．実習内容」を参照すること．

指導教職員：益田玲爾准教授・上野正博助教・甲斐嘉晃助教・鈴木啓太助教

**２．実施施設：**京都大学フィールド科学教育研究センター　舞鶴水産実験所

**３．実施期間：**平成２６年９月２４日(水)～９月２９日(月)

※ 最寄り駅での集合・解散の予定

**４．対象学生：**学部生・大学院生（文系・理系を問わない）．京大生も可．

**５．定員：**１０名（予定）

**６．必要提出書類：**

・受講願

・学生教育研究災害傷害保険加入証明（領収書等のコピーでも可）

**７．申込締切：**平成２６年９月３日(水)必着

先着順で申込を受け付け，定員に達した時点で締め切りとする．なお，申込期限後でも定員に空きがある場合は可能な範囲で受講を受け付ける．

**８．参加費用：**１日約２，０００円（宿泊費・昼夕食費・その他雑費を含む）

※ 朝食は各自で用意する（スーパー等への送迎は実験所職員が行う）

９．提出・問い合わせ先：

〒６２５－００８６ 京都府舞鶴市長浜無番地
京都大学フィールド科学教育研究センター　舞鶴水産実験所
電話：０７７３－６２－５５１２　FAX：０７７３－６２－５５１３
E-mail：maizuru@adm.kais.kyoto-u.ac.jp

※ 実習への参加を希望される方はメールにて早めに受講の意思を連絡し，必要書類を提出すること．また，郵送の際には，封筒の表に「若狭湾秋季の水産海洋生物実習参加申込書類在中」と朱書きすること．

１０．実習内容：

（註）天候の影響等で実習の内容は変更することがある．

教育研究船緑洋丸に乗船し，舞鶴湾および若狭湾西部海域の由良川河口域から丹後半島沖（水深 5m から 200m）において水温・塩分などの海洋環境の測定を行い，観測機器の使用法を学ぶ．また，桁網（小型底曳き網）を用いて底生生物（魚類・無脊椎動物）を採集し，生活環境の違いによる底生生物群集の変化を考察する．シュノーケリングの基礎技術を習得し，若狭湾の沿岸に生息する生物の観察を行う．魚市場調査，刺し網，トラップ等で魚類を採集し，魚類の種同定方法や形態観察を行うことで魚類学についての基礎的知識を得る．水族館（丹後 魚っ知館 ）のバックヤード見学を行い，海洋生物の飼育展示の基礎を学ぶ．

## (1) 日程

| 実習日程 | 実習項目 | 担当教員 |
|---|---|---|
| 9月24日 | ・施設見学〔魚っ知館(水族館)〕<br>・施設見学〔京都府海洋センター(研究施設)〕 | 水産実験所教員 |
| 9月25日 | ・魚類学実習 | 水産実験所教員 |
| 9月26日 | ・シュノーケリング実習 | 水産実験所教員 |
| 9月27日 | ・緑洋丸乗船調査(桁網・海洋観測) | 水産実験所教員 |
| 9月28日 | ・乗船調査採集生物の同定と分析 | 水産実験所教員 |
| 9月29日 | ・発表会 | 水産実験所教員 |

## (2) 参加者

| 参加実習生所属 | 人数 |
|---|---|
| 東北大学 | 1 |
| 東京学芸大学 | 1 |
| 東京農工大学 | 1 |
| 大阪市立大学 | 1 |
| 高知大学 | 1 |
| 京都大学 | 2 |
| 合計 | 7名 |

# 魚類学実習

この実習で知って欲しいこと
・魚類の基本形態
・日本海の魚類の多様性
・自然史博物館の役割

今日の実習ですること
・魚の名前を調べる（同定）
・標本の作成（博物館標本として登録）
・標本室の見学

## 作業手順

（1）担当する魚をバットに入れて持ってくる
・一人 1 個体担当
・汚れやヌメリがあるときはきれいに洗っておく
・氷を入れておくこと

（2）同定作業
・「日本産魚類検索」を使う
・はじめに「科」の検索→「種」の検索
・同定した根拠をメモしておくこと
・手元の標本の鰭式（D, A，P1 のみ）をメモ，図鑑の値と矛盾しないことを確認しておく

（3）FAKU 番号に登録
・台帳に「学名・和名・採集場所・日付・採集者」を書き入れる．データベースにも登録
・番号タグを切り取る（写真 1）

（3）DNA 用組織の採取
・体の右側面から 5mm 角程度の筋肉（写真 2）
・皮・鱗が混じらないようにする
・コンタミしないようにハサミを清潔に（アルコールランプでハサミを焼く）
・2ml のチューブに 99%EtOH で保管（鉛筆で FAKU 番号と種名を記載：写真 3）

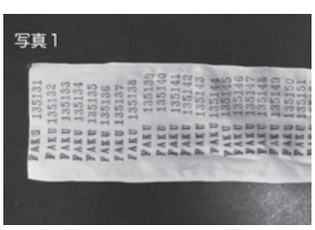


写真 1

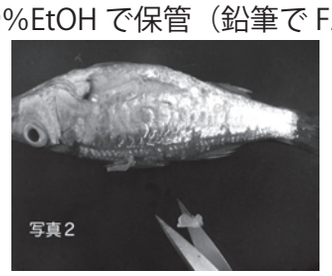


写真 2

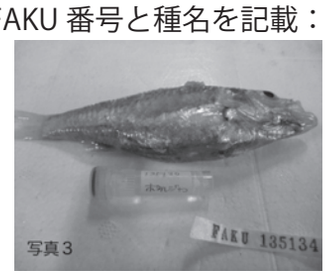


写真 3

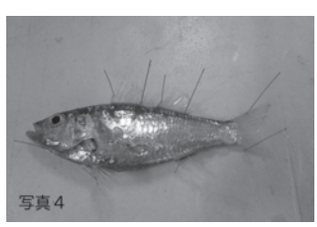


写真 4

（4）鰭立て
・ホルマリン（劇物）を扱う（保護メガネ・手袋などを着用．作業はドラフト内）
・魚は左向き，発泡スチロールの上で虫ピンを使い，丁寧に鰭を立てていく（写真 4）
・ホルマリン原液を筆で鰭に塗り，10 分ほど待つ

（5）写真撮影
・基本的に魚体の左側を撮影
・水を張ったバットの中で撮影する
・バックは魚の鰭や体色により，黒・白を選ぶ

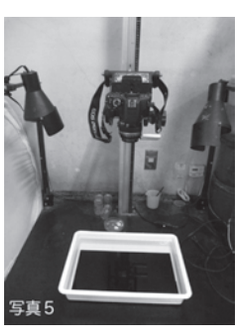


写真 5

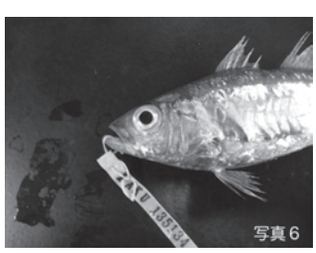


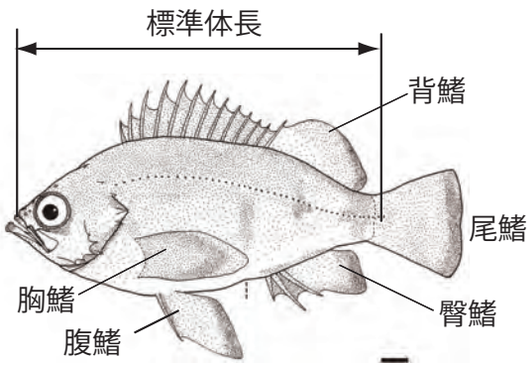
写真 6

（6）固定
・木綿の糸にタグを付け，下顎に取り付け
・10%ホルマリン中に投入

（7）オプション
・固定後，10 日ほどしたら水を張ったバットで 1 日水洗
・70%エタノールに置換
・耐水紙にデータを記入し，瓶の中へ標本とともに入れる
・科ごとに決められた棚で保管

（8）レポート
・写真を印刷（スタッフがします）
・レポートに写真を貼り，種名（和名・学名），標準体長，特徴など（同定した根拠）を記入
・手元の標本の鰭式も記入（D, A, P1 のみで良い）
・生態的な情報なども図鑑から集め，簡単な「種の解説」を作成しレポートとする

## 魚の基本形態

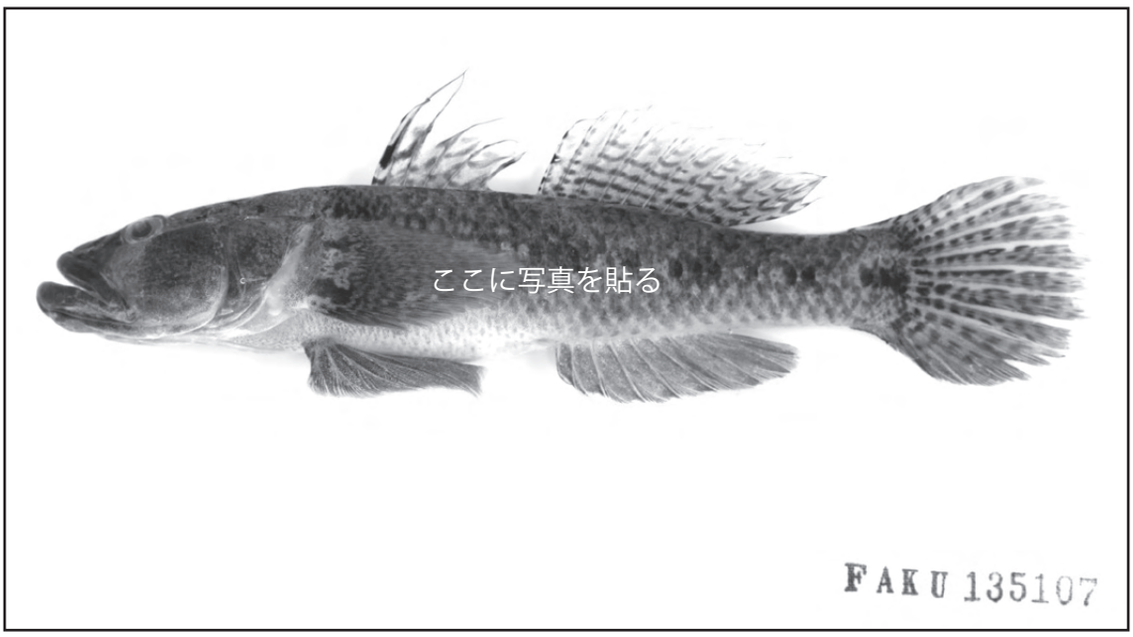



背鰭（Dorsal fin）：D
臀鰭（Anal fin): A
胸鰭（Pectoral fin): P1
腹鰭（Pelvic fin): P2

シロメバル（和名）
*Sebastes cheni* Barsukov, 1988（学名）

## 魚類学実習レポート

（所属）　　（名前）




標準和名：

学名：　　鰭式：D　　; A　　; P1

標準体長：　　mm　　採集場所：

形態的特徴（科レベル・種レベル）：

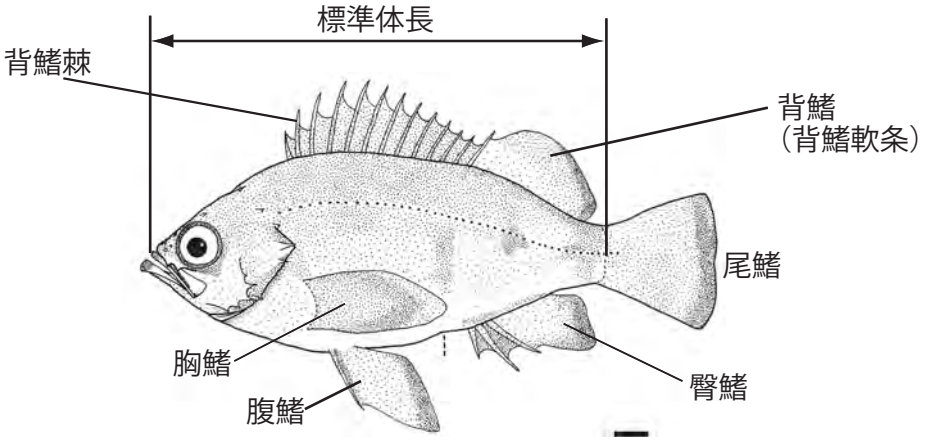
その他生態的特徴など（図鑑などを参考にしながら）

# 魚類学実習

## 実習内容

（1）各自一人 1 匹担当，魚を取ってくる．シャーレ・バットに入れて．
（2）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）．魚類検索を使うこと．「科」がなかなかわからなければ質問する事．
（3）種の特徴を列挙．標準体長の測定．背鰭・臀鰭・胸鰭・腹鰭の鰭式．
（4）スケッチ
（5）骨格系の観察

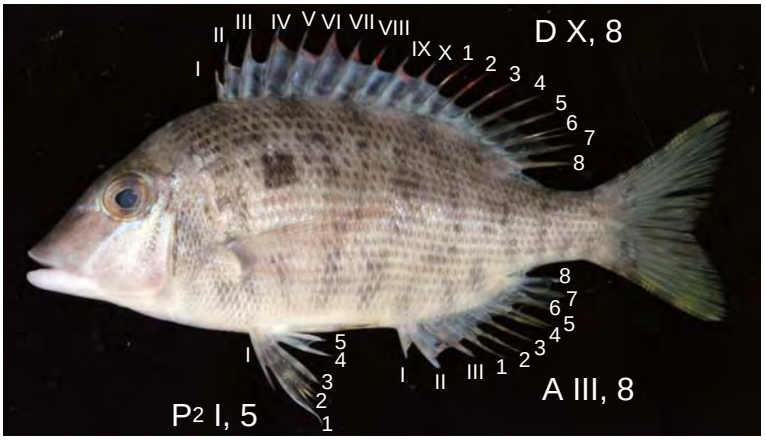
## 魚の基本形態

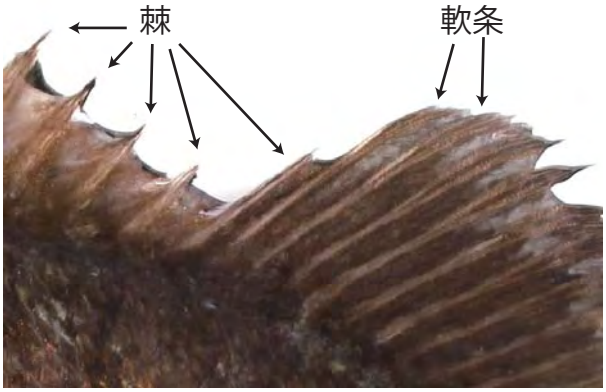


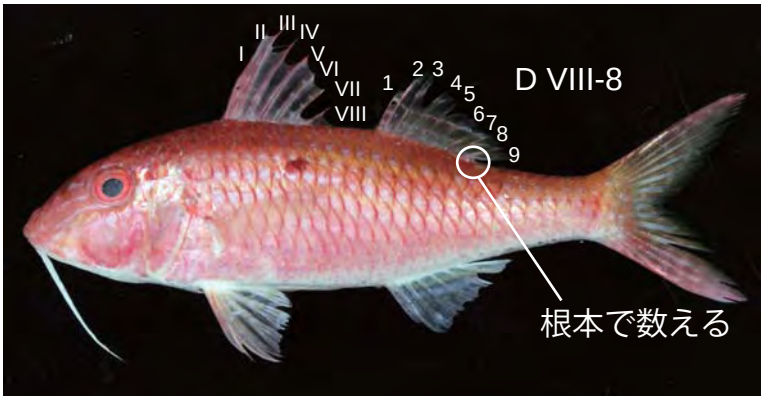

背鰭（Dorsal fin）：D
臀鰭（Anal fin): A
胸鰭（Pectoral fin): P1
腹鰭（Pelvic fin): P2

## 鰭式の見方

魚類検索の「魚類概説」page xv を参照．
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．



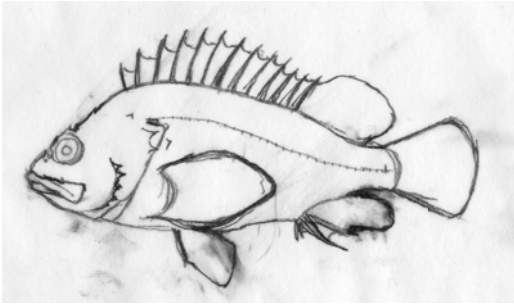



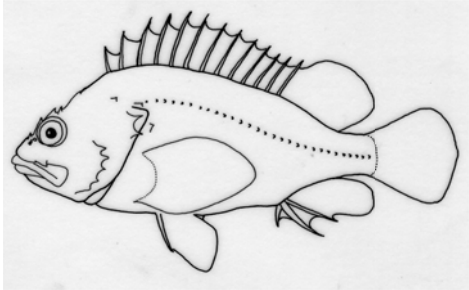




・背鰭，臀鰭，胸鰭，腹鰭の鰭式
・鰭がない場合は書かなくて良い

## スケッチの描き方

・魚は左向きにする（カレイなどはこの限りではない）．ピンで鰭を立てる．
・まず鉛筆で下書き（今回は，軟条は書き入れる必要はない．下記の例参照）．
・鰭の棘の数は正確に書く．頭のトゲなども正確に．
・必要に応じて，実際の長さを測りながら描いてもよい．
・下書きが完成したらペンでなぞっていく．一筆書き．
・模様は点で入れていく．最後に鉛筆を消す．





## 尾部骨格系

・尾柄部を切り取り，軽く煮る．
・アリザリンレッドで染色（10～60 分）．
・簡単なスケッチを取る（下記参照）．

藪本ほか（2008）コイ科魚類 *Hemiculter leucisculus* の骨学的研究　より引用↓

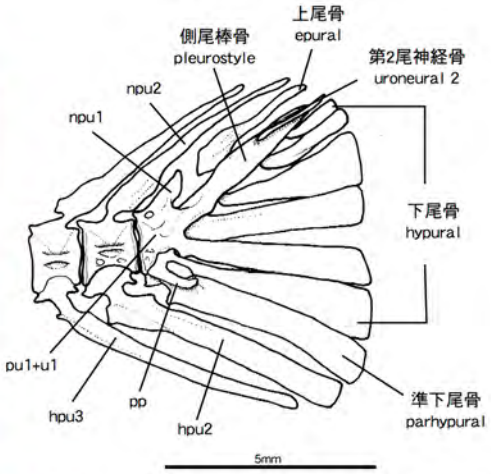



Fig. 9. The caudal skeleton of *Hemiculter leucisculus*. hpu = haemal spine of preural centrum, npu = neural spine of preural centrum, pp = hypurapophysis, pu1+u1 = first preural centrum + first ural vertebra.

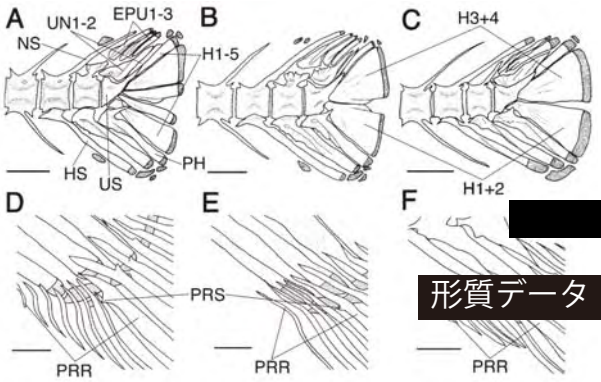



**Fig. 9.** Caudal skeleton (**A–C**) and ventral procurrent rays (**D–F**). **A, D** *Hyperoglyphe japonica*, FAKU 80011; **B** *Psenes cyanophrys*, FAKU 77659; **C, E** *Pampus punctatissimus*, FAKU 69201; **F** *Ariomma indica*, FAKU 70663. *EPU1–3*, first to third epurals; *H1–5*, first to fifth hypurals; *HS*, hemal spine; *NS*, neural spine; *PH*, parhypural; *PRR*, procurrent rays; *PRS*, procurrent spur; *UN1–2*, first to second uroneurals; *US*, urostyle. *Bars* **A–C** 5 mm; **D–F** 2 mm

形質データ 1/0 に変換

**Table 1.** Data matrix for 43 characters in 19 terminal taxa

| Terminal taxon | Characters | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1–5 | 6–10 | 11–15 | 16–20 | 21–25 | 26–30 | 31–35 | 36–40 | 41–43 |
| *Kyphosus* (2nd outgroup) | 00101 | 10100 | 00000 | 00000 | 00000 | 00001 | 01000 | 00000 | 000 |
| *Arripis* (1st outgroup) | 00000 | 00001 | 00000 | 00000 | 00000 | 00000 | 00000 | 00000 | 000 |
| *Centrolophus* | 00001 | 11000 | 12000 | 00001 | 11000 | 00001 | 11000 | 00001 | 011 |
| *Hyperoglyphe* | 00000 | 01000 | 10000 | 00001 | 11000 | 00000 | 10000 | 00001 | 011 |
| *Icichthys* | 00001 | 01000 | 10100 | 00011 | 11001 | 01100 | 10000 | 01001 | 001 |
| *Tubbia* | 00010 | 11000 | 10000 | 00001 | 11000 | 00000 | 11000 | 00001 | 001 |
| [illegible]*dophilus* | 01000 | 01000 | 10001 | 00001 | 11000 | 00001 | 11000 | 00001 | 011 |
| [illegible] | 01000 | 01000 | 10001 | 00001 | 11000 | 00000 | 11000 | 00001 | 011 |
| [illegible]*tropsis* | 00100 | 11010 | 10001 | 00001 | 11000 | 00000 | 11000 | 00001 | 111 |
| *Amarsipus* | 00101 | 11010 | 10011 | 00000 | 00100 | 00010 | 10000 | 00101 | 011 |
| *Ariomma* | 01010 | 11111 | 01011 | 00100 | 11100 | 11100 | 10010 | 00101 | 110 |
| [illegible] | 00121 | 12111 | 11111 | 00001 | 11100 | 10000 | 10100 | 00101 | 001 |
| [illegible] | 00121 | 12111 | 11011 | 00001 | 11100 | 10000 | 10100 | 00101 | 001 |
| [illegible] | 00121 | 12110 | 01011 | 00001 | 11100 | 10120 | 10100 | 00100 | 000 |
| *Psenes pellucidus* | 00121 | 12110 | 12011 | 00001 | 11100 | 10100 | 10100 | 00101 | 000 |
| *Tetragonurus* | 00101 | 12110 | 121a1 | 10000 | 11101 | 11101 | 10000 | 01100 | 000 |
| *Pampus* | 12?01 | 11110 | 12121 | 11111 | 11111 | 10120 | 10101 | 10011 | 000 |
| *Stromateus* | 10111 | 11110 | 12011 | 11111 | 11111 | 10120 | 10001 | 10011 | 000 |
| *Peprilus* | 11011 | 11110 | 12011 | 11111 | 11111 | 10120 | 11011 | 10011 | 001 |

a=1&2"
Missing data shown as "?"

## レポート

・担当した魚の和名，学名，形態的特徴，鰭式
・全体のスケッチ
・尾部骨格のスケッチ

レポート

所属　　名前

スケッチ

標準和名：　　形態的特徴：（科レベル・種レベル）

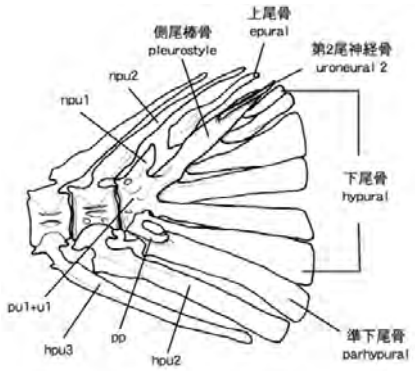
学名：

標準体長：　　mm

鰭式：D　　A

P1　　P2

尾鰭骨格のスケッチ




コイ科のもの（右図）とくらべて・・・：

丹後魚っ知館（水族館）の見学

京都府海洋センターの見学

刺し網の回収

ロープワーク講習

野帳への記入

採集物の確認

採集物の分類・同定

成果発表会

# 3. 平成26年度公開実習

## (5)若狭湾春季の水産海洋生物実習
## 平成27年3月9日～3月14日

# 京都大学フィールド科学教育研究センター　舞鶴水産実験所
# 全国公開実習「若狭湾春季の水産海洋生物実習」
# 募集要項

**【１．実習の概要】**

舞鶴水産実験所が立地する若狭湾西部海域（丹後海）は対馬暖流水（沖合表層），日本海固有水（沖合底層）そして由良川由来の河川水（沿岸域）の影響を受ける．それ故，本海域では古くから多様な漁場が形成され，舞鶴市を中心として水産業が発展してきた．本実習では実験所の調査船（緑洋丸）に乗船し，丹後海の水深５～２００m海域において各種海洋観測を行い，本海域の物理環境を調査する．また，海洋観測とともに桁網（小型底曳き網）を用いて底生生物を採集し，物理環境の違いによる底生生物の群集構造の変化を分析する．さらに，水産重要生物である魚類を対象にして，形態観察（外部形態・内部形態），初期発生観察（卵から仔魚までの発生過程），日齢査定（耳石観察）などの実習を行い，水産学および水産生物学の基礎知識を習得する．

指導教員：山下 洋教授・益田玲爾准教授・上野正博助教・甲斐嘉晃助教・鈴木啓太助教

**【２．実習日程】**　平成２７年３月９日（月）～ ３月１４日（土）

**【３．実施場所】**　京都大学フィールド科学教育研究センター舞鶴水産実験所
※実習期間中は実験所の宿泊施設に合宿する
※最寄り駅（西舞鶴駅）で集合・解散の予定

**【４．対象学生】**　全国の大学の学部生・院生（文系・理系を問わない）
※京都大学生の受講も認める（履修単位は出ない）

**【５．定員】**　１０名（予定・先着申込制）

**【６．申込方法】**　メールもしくは電話にて実習の受講意思を連絡し，担当職員から申込書類をメールもしくは郵送で受け取る．申込書類に必要事項を記入し，実験所に郵送する．申込書類に不備がないことが確認された時点で受講が許可される．
（連絡先）舞鶴水産実験所 maizuru@adm.kais.kyoto-u.ac.jp／０７７３－６２－５５１２

**【７．申込締切】**　平成２７年２月１３日（金）書類必着
※締切後でも定員に空きがある場合は可能な範囲で受講を受け付ける

【８．参加費用】　約１５，０００円（宿泊費＆食費）　※授業料は必要としない

【９．単位について】

本実習は舞鶴水産実験所の独自開講科目であるため，単位の代わりに「実習修了証」を発行する．実習修了証に基づく単位認定の可否については，事前に所属大学の教務・学務担当者に確認すること．なお，本実習は２単位相当としている．

【１０．過去の実習参加学生の所属大学（参考）】

お茶の水女子大学・北里大学・京都大学・京都工芸繊維大学・近畿大学・東京海洋大学・東京農工大学・東北大学・長崎大学・日本獣医生命科学大学・北海道大学・三重大学・名城大学・立命館アジア太平洋大学・琉球大学

【１１．問い合わせ先】

〒６２５－００８６　京都府舞鶴市長浜無番地
京都大学フィールド科学教育研究センター　舞鶴水産実験所
メール：maizuru@adm.kais.kyoto-u.ac.jp
電話：０７７３－６２－５５１２
FAX：０７７３－６２－５５１３
HP：http://www.maizuru.marine.kais.kyoto-u.ac.jp/
（過去の実習の様子を掲載しています）
「トップページ→“海洋実習 共同研究”→“５．公開実習の記録”」

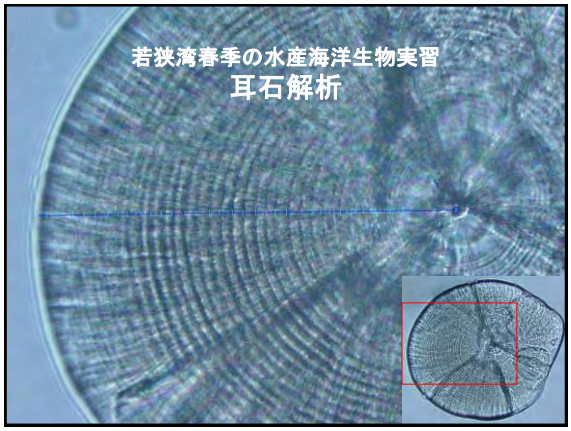
（注意事項）本実習の実習項目は荒天等により変更する可能性がある

## (1) 日程

| 実習日程 | 実習項目 | 担当教員 |
|---|---|---|
| 3月9日 | ・施設見学<br>・安全講習 | 実験所教員 |
| 3月10日 | ・魚類の耳石日周輪の分析<br>・動物プランクトンの観察<br>・マダイ卵発生の観察 | 実験所教員 |
| 3月11日 | ・魚類学実習 | 実験所教員 |
| 3月12日 | ・緑洋丸調査乗船実習・海洋観測実習・底生生物採集実習<br>・緑洋丸調査採集生物の同定と分析 | 実験所教員 |
| 3月13日 | ・由良川河口の調査<br>・稚魚の消化管内容物の分析 | 実験所教員 |
| 3月14日 | ・発表会準備<br>・発表会 | 実験所教員 |

## (2) 参加者

| 参加実習生所属 | 人数 |
|---|---|
| 富山大学 | 4 |
| 京都大学 | 2 |
| 九州大学 | 2 |
| 酪農学園大学 | 1 |
| 水産大学校 | 1 |
| 北海道大学 | 1 |
| お茶の水女子大学 | 1 |
| 東北大学 | 1 |
| 放送大学 | 1 |
| 山口大学 | 1 |
| 合計 | 15名 |



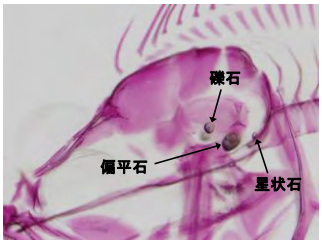

## 耳石とは？

・内耳に存在する硬組織（主に炭酸カルシウム）

・扁平石，礫石，星状石が各1対（計6個）

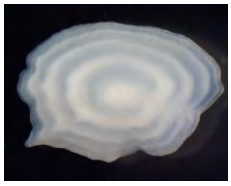
・新陳代謝されない（骨とは異なる）

ヒラメ稚魚の頭部




## 年輪

マコガレイの扁平石



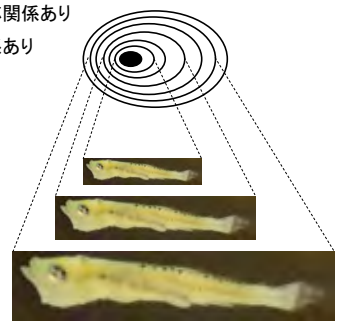
ヒラメの扁平石

## 日周輪

・1日に1本の輪紋が形成される

・輪紋幅と成長速度に対応関係あり

・耳石径と体長に対応関係あり



## 魚類生態学のロゼッタ・ストーン

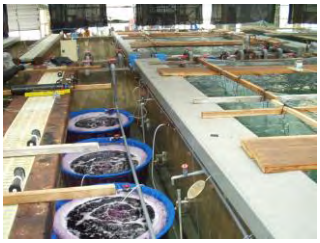
・年齢査定

・日齢査定

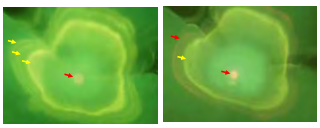
・成長履歴

・環境履歴

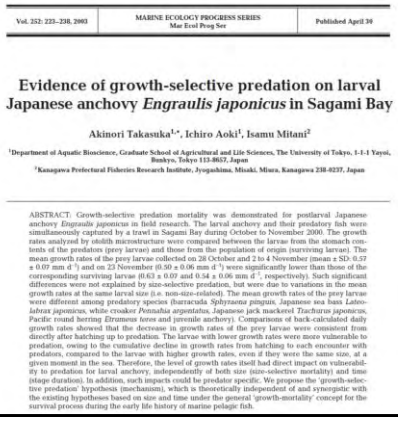
・耳石標識



トラフグ放流種苗の耳石標識
赤：アリザリンコンプレクソン
黄：テトラサイクリン



## 研究紹介



Vol. 252: 223–238, 2003 | MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES Mar Ecol Prog Ser | Published April 30

**Evidence of growth-selective predation on larval Japanese anchovy *Engraulis japonicus* in Sagami Bay**

Akinori Takasuka[1,*], Ichiro Aoki[1], Isamu Mitani[2]

[1]Department of Aquatic Bioscience, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo, Tokyo 113-8657, Japan

[2]Kanagawa Prefectural Fisheries Research Institute, Jyogashima, Misaki, Miura, Kanagawa 238-0237, Japan

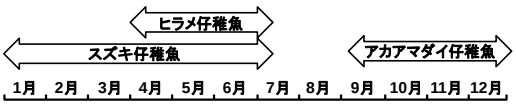
ABSTRACT: Growth-selective predation mortality was demonstrated for postlarval Japanese anchovy *Engraulis japonicus* in field research. The larval anchovy and their predatory fish were simultaneously captured by a trawl in Sagami Bay during October to November 2000. The growth rates analyzed by otolith microstructure were compared between the larvae from the stomach contents of the predators (prey larvae) and those from the population of origin (surviving larvae). The mean growth rates of the prey larvae collected on 28 October and 2 to 4 November (mean ± SD: 0.57 ± 0.07 mm $d^{-1}$) and on 23 November (0.50 ± 0.06 mm $d^{-1}$) were significantly lower than those of the corresponding surviving larvae (0.63 ± 0.07 and 0.54 ± 0.06 mm $d^{-1}$, respectively). Such significant differences were not explained by size-selective predation, but were due to variations in the mean growth rates at the same larval size (i.e. non-size-related). The mean growth rates of the prey larvae were different among predatory species (barracuda *Sphyraena pinguis*, Japanese sea bass *Lateolabrax japonicus*, white croaker *Pennahia argentatus*, Japanese jack mackerel *Trachurus japonicus*, Pacific round herring *Etrumeus teres* and juvenile anchovy). Comparisons of back-calculated daily growth rates showed that the decrease in growth rates of the prey larvae were consistent from directly after hatching up to predation. The larvae with lower growth rates were more vulnerable to predation, owing to the cumulative decline in growth rates from hatching to each encounter with predators, compared to the larvae with higher growth rates, even if they were the same size, at a given moment in the sea. Therefore, the level of growth rates itself had direct impact on vulnerability to predation for larval anchovy, independently of both size (size-selective mortality) and time (stage duration). In addition, such impacts could be predator specific. We propose the 'growth-selective predation' hypothesis (mechanism), which is theoretically independent of and synergistic with the existing hypotheses based on size and time under the general 'growth-mortality' concept for the survival process during the early life history of marine pelagic fish.

## 生態系構造の調査

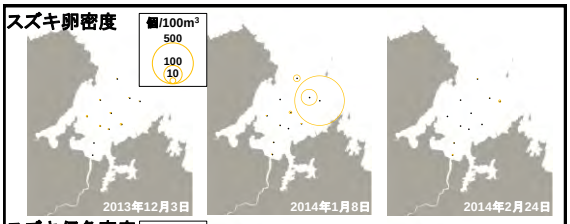
**丹後海11定点調査**

- 毎月1回(2013年6月～)
- 水温・塩分・濁度・流速の観測
- 栄養塩濃度の測定
- クロロフィルa濃度の測定
- 動物プランクトンの採集
- クラゲ類の採集
- 仔稚魚の採集

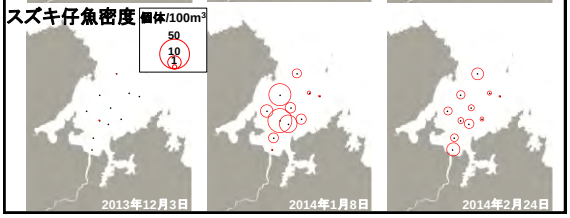
## 魚類の初期生活史の調査



## スズキ卵密度




## スズキ仔魚密度




## 分析試料

●2015年1月26日　ORIネット調査

●2015年3月4日　　桁網調査

# 耳石日輪計測システム（RATOC）の使用方法

## 1. 立ち上げ

1-1. 周辺機器の電源を入れた後，パソコンの電源を入れる.

1-2. 「Jiseki5」を立ち上げる.

1-3. 「File」のプルダウンメニューから「New」を選択する.

1-4. 分かる範囲で情報を入力し，「OK」をクリックする（分からない部分には1を入力）.

## 2. 計測・計数

2-1. カメラボタン を押し，ライブ映像を映し，倍率や焦点，照明などを調整する.

2-2. レンズボタン を押し，倍率を指定して，「OK」をクリックする（フリーズ画像を取り込む）.

2-3. 測定ボタン を押し，耳石半径を計測する.

2-4. 主計測線ボタン を押し，耳石の中心から縁辺に至る主計測線を引く.

2-5. ポイントボタン を押し，主計測線上の日周輪を1本ずつクリックしていく.

## 3. 結果の保存と終了

3-1. 「File」のプルダウンメニューから「Save as」を選択し，計測・計数結果を保存する.

3-2. 画像保存ボタン を押し，画像を保存する.

3-3. システムを終了し，パソコンと周辺機器の電源を切る.

## 4. 便利な機能

計測・計数中に顕微鏡の倍率を変更することができる（例えば，中心部は高倍率，縁辺部は低倍率）.
ただし，変更後はポリゴンボタン と移動ボタン を使って計測線とポイントを移動する必要がある.

副計測線ボタン によりを副計測線を引くことができる（例えば，主計測線上の日周輪が不明瞭な時）.
ただし，対応づけボタン により主計測線と副計測線を対応づける必要がある.

使用頻度の高いツールボタン

- 全てのポイントの削除
- 1つのポイントの削除
- 計測線の削除
- スケールの表示/非表示の切替
- 計測線とポイントの表示/非表示の切替
- 計測結果グラフの表示/非表示の切替
- 画像を拡大
- 画像を縮小

# 耳石実習

2015年3月10日　鈴木啓太

【耳石の摘出】

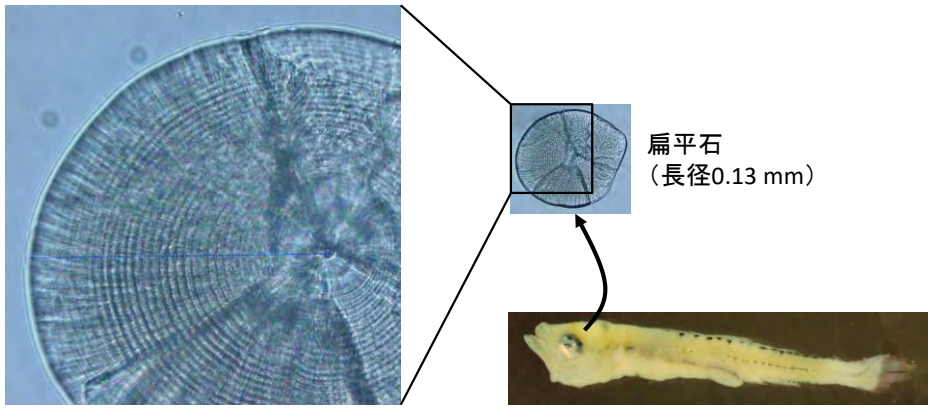
1. スライドガラス2枚，シャーレ（小型）1枚，ピンセット（先細）1本，解剖針（先細）1本を準備する.
2. シャーレに50%エタノールを注ぎ，スズキ仔魚を入れ，体長を測定する.
3. スライドガラスにスズキ仔魚を置き，50%エタノールを数滴落とし，乾燥を防ぐ.
4. ピンセットと解剖針を用い，頭部から耳石（扁平石）を摘出し，スズキ仔魚の体をシャーレに戻す.
   注：耳石は透過光により輝いて見える．扁平石は礫石や星状石より大きい.
5. キムワイプを用い，スライドガラス上の50%エタノールを吸い取る.
6. もう1枚のスライドガラスにマニキュア液を少量滴下し，包埋台とする.
7. 耳石を包埋台に埋め込む.
   注：解剖針の先端にマニキュア液をつけ，耳石を接着させて移動させる.
8. マニキュア液が乾燥するまで10分ほど待つ.

【日周輪の計数】

1. 耳石分析システムRATOCに耳石のフリーズ画像を取り込む.
2. 耳石半径（長径）を測定する.
3. 主計側線を定め，日周輪を計数する.
4. 数値データと画像データを保存する.
   注：ファイル名は「Sagitta (20150304, XX mmSL)」とし，個人名のフォルダに保存する.

【レポートの作成】

作業終了後に指示.




日周輪数38本　　スズキ仔魚（体長10 mm）

わかめ工場の見学

かまぼこ製造体験

舞鶴湾内の調査

採集物の分類・同定

懇親会

由良川河口調査

採集物の観察

集合写真

# 4. 情報提供と発信

## 4. 情報提供と発信

### (1) 共同利用に関する情報（利用方法・利用状況等）の提供

| 時期等 | 概要 |
|---|---|
| 平成26年6月<br>平成26年11月 | 共同利用および公開実習の案内ポスターを、年2回、全国232大学・420部局に発送した。また、募集に関する情報をHPに掲載した。 |
| 平成26年6月 | 公開実習に関する情報を掲載したフィールド科学教育研究センターニュースレター33号を学外に発送し（579部）、当拠点の活動を周知した。 |
| 平成26年11月 | 公開実習に関する情報を掲載したフィールド科学教育研究センターニュースレター34号を学外に発送し（595部）、当拠点の活動を周知した。 |
| 平成27年2月 | 公開実習に関する情報を掲載したフィールド科学教育研究センターニュースレター35号を学外に発送し（577部）、当拠点の活動を周知した。 |

### (2) 拠点に関する情報発信（公開講座、公開講演会を含む）

4月3日に京都においてフィールド実習に関するワークショップを開催した。10月11日、12日の2日間にわたり、舞鶴水産実験所を一般公開し、魚類標本や飼育施設の見学、実験や観察体験コーナー等を設けることで、当実験所の教育活動を周知した。なお一般公開には、近隣の市民を中心に合計266人の参加があった。

### (3) 国際的な対応に向けた取り組み

半数近くは外国人学生の占める地球環境学舎の臨海実習を受け入れ、英語・日本語による講義と実習を実施した。また、京都産業大学に留学する外国人留学生の共同利用実習を受け入れ、当拠点の教員が英語で講義と施設案内・フィールド視察を行った。一部の公開実習（森里海連環学実習I）に、外国人留学生1名を受け入れた。

# 京都大学フィールド科学教育研究センター
# 公開実習および施設利用案内

Field Science Education and Research Center Kyoto University

京都大学フィールド科学教育研究センターでは、平成 26 年度に全国の学部生・院生が参加できる以下の公開実習を予定しています。また、他大学による当センター施設の実習・研究利用を募集しています。

受講生募集!!

## 1．公開実習

### 〈瀬戸臨海実験所〉

**(1) 発展生物学実習**
〈期間〉2014 年 8 月下旬〈定員〉10 名〈対象〉学部生（2 年次以上）

**(2) 自由課題研究**
〈期間〉2014 年 8 月下旬〈定員〉 3 名〈対象〉学部生（3 年次以上）

**(3) 藻類の系統と進化**
〈期間〉2015 年 3 月上旬〈定員〉10 名〈対象〉学部生（2 年次以上）

**(4) 海産無脊椎動物分子系統学実習**
〈期間〉2015 年 3 月上旬〈定員〉10 名〈対象〉学部生（2 年次以上）

**(5) 海産無脊椎動物多様性実習** *1)
〈期間〉2015 年 3 月下旬〈定員〉10 名〈対象〉学部生（2 年次以上）

*1) 京都大学理学部特別聴講学生として受講できます（2 単位）。
特別聴講学生の申し込み締め切りは 11 月末を予定。

### 〈舞鶴水産実験所〉

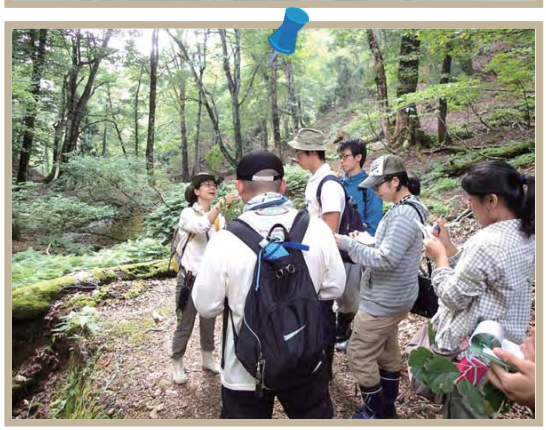
**(1) 森里海連環学実習 I（芦生研究林と共同実施）**
〈期間〉2014 年 8 月 7 日（木）～ 11 日（月）
〈定員〉10 名 〈対象〉学部生（全年次）

**(2) 海洋生物科学実習 I,II** *2)
（海洋観測、プランクトン・ベントス・磯・藻類・魚類の調査、生理活性物質分析、魚市場見学等）
〈期間〉【実習I 】2014 年 8 月 25 日（月）～ 30 日（土）
【実習II 】2014 年 8 月 30 日（土）～ 9 月 4 日（木）
〈定員〉各 5 名以内 〈対象〉農学･水産学･生物環境学系の学部生（2・3 年次）
［実習 I,II は個別、連続のどちらでも受講可能］

**(3) 若狭湾『秋季』･『春季』の水産海洋生物実習**
〈期間〉【秋季】2014 年 9 月下旬
【春季】2015 年 3 月下旬
〈定員〉各 10 名 対象：学部生及び大学院生（いずれも全年次）

*2) 京都大学農学部特別聴講学生として受講できます（各 2 単位）。
特別聴講学生の申し込み締め切りは 6 月中旬を予定。

### 〈芦生研究林・上賀茂試験地〉



**(1) 京都大学公開森林実習** *3)
「近畿地方の奥山・里山の森林とその特徴」
〈期間〉2014 年 9 月 10 日（水）～ 12 日（金）
〈定員〉 10 名 〈対象〉学部生（主として 2・3 年次）
（芦生研究林は (2) 森里海連環学実習 I を舞鶴水産実験所と共同実施します。上記参照。）

*3) 京都大学農学部特別聴講学生として受講できます（1 単位）。
特別聴講学生の申し込み締め切りは 2 月 21 日（金）です。
また、特別聴講学生とならない場合は 7 月 31 日（木）まで申込を受け付けます。

## 2．大学による実習利用 及び 学部生・院生の論文研究のための利用の募集

全国の大学による当センター施設の実習利用を募集しています。また、全国の学部生・院生の卒業論文研究、修士論文研究、博士論文研究のための当センター施設利用を募集しています。利用可能な施設・機器・時期や利用方法については、当センターおよび各施設のホームページをご覧ください。

【受講及び利用を希望される方は、各施設に早めに連絡し、手続きを進めてください。】


京都大学フィールド科学教育研究センター http://fserc.kyoto-u.ac.jp
瀬戸臨海実験所 TEL：0739-42-3515 E メール：seto@adm.kais.kyoto-u.ac.jp
舞鶴水産実験所 TEL：0773-62-5512 E メール：maizuru@adm.kais.kyoto-u.ac.jp
芦生研究林 TEL：0771-77-0321 E メール：ashiu@adm.kais.kyoto-u.ac.jp

# 京都大学 フィールド科学教育研究センター

# 舞鶴水産実験所

## 公開実習および施設利用案内

京都大学舞鶴水産実験所では，平成26年度に以下の公開実習を実施いたします．また，他大学による当実験所での共同利用実習や研究利用（学部生・大学院生）も随時募集しています．

### （1）森里海連環学実習Ⅰ

期間：平成26年8月7日～11日

定員：10名　対象：学部生・大学院生（文系・理系を問わない）

内容：京都府北部を流れる由良川をフィールドとして，源流から河口域までの各地において水棲昆虫と魚類を採集し，同時に水質や土地利用様式の調査を行う．陸域の環境が水圏の生態系に与える影響を観察し，森から海までの領域を複合した生態系としてとらえる視点を養う．

締切：平成26年6月30日

### （2）海洋生物科学実習Ⅰ・Ⅱ

期間：(Ⅰ)平成26年8月25日～30日/(Ⅱ)平成26年8月30日～9月4日

定員：各5名　実習ⅠとⅡは個別，連続のどちらでも受講可能

対象：京都大学農学部の特別聴講学生として受講する場合（2単位），農学・水産学・生物環境学系の学部2・3年生；特別聴講学生とならない場合，学部生・大学院生（文系・理系を問わない）

内容：舞鶴湾内・湾外での海洋観測，砕波帯の仔稚魚調査，底生生物調査，海産無脊椎動物の採集・同定と生理活性物質の抽出・活性測定，岩礁域の海藻の調査，魚類学実習，シュノーケリング実習，魚市場の見学等を行う．

締切：特別聴講学生 平成6月13日；特別聴講学生とならない場合 平成7月18日

### （3）若狭湾「秋季」・「春季」の水産海洋生物実習

期間：（秋季）平成26年9月24日～29日/（春季）平成27年3月9日～14日

定員：各10名　対象：学部生・大学院生（文系・理系を問わない）

内容：若狭湾の沿岸から沖合において各種ネットにより生物を採集し，同時に海洋物理環境の観測を行う．得られたデータを基に，生物多様性と生息環境との関連について考察する．他にも，魚市場調査，魚類学実習，仔稚魚の耳石観察，研究機関見学，水族館見学等を行う．

締切：（秋季）平成26年9月3日/（春季）平成27年2月13日

実習への参加を希望される方は，ホームページを確認の上，メールにて早めに受講の意思を連絡し，申込書を提出して下さい．いずれの実習でも学生教育研究災害保険への加入証明（領収書のコピーでも可）の提出が必要です．(1)，(2)(特別聴講学生とならない場合)，(3)の実習では修了証を発行します。それをもって単位認定するか否かは，所属大学の事務に確認して下さい。

※いずれの実習も担任・指導教員の承認を得た申込書を提出して下さい．

京都大学 フィールド科学教育研究センター 舞鶴水産実験所
〒625-0086 京都府舞鶴市長浜無番地
電話 0773-62-5512
Eメール maizuru@adm.kais.kyoto-u.ac.jp
HPアドレス http://www.maizuru.marine.kais.kyoto-u.ac.jp

京都大学フィールド科学教育研究センター　舞鶴水産実験所
〒625-0086　京都府舞鶴市長浜番外地
電話：0773-62-5512 FAX：0773-62-5513
E-mail：maizuru@adm.kais.kyoto-u.ac.jp