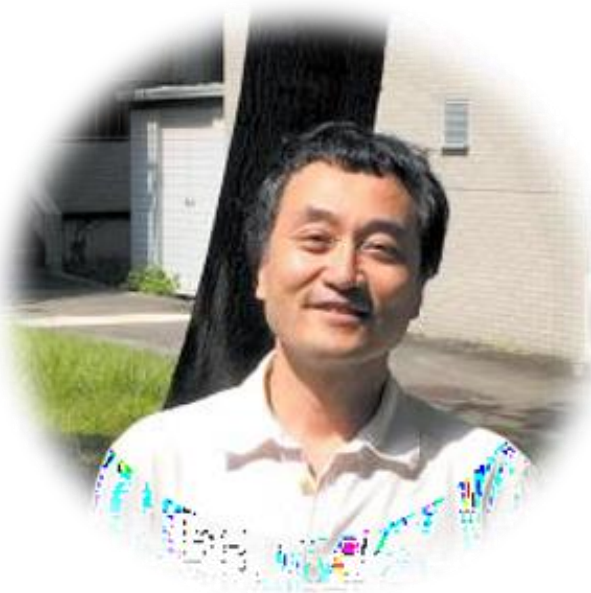


# 環境科学コース / 生物環境学分野

Environmental Science Course / Biological Environment Division

## 生物と環境の関わり

- ・生物は、分子・細胞・個体・集団といった様々なレベルで環境から影響を受け、また環境に影響を及ぼしています。
- ・このような生物と環境との相互作用を、分子生物学や生理学、生態学といった既存の学問の融合領域で研究し、教育に活かします。
- ・また、地球温暖化、化学汚染、保全といった環境問題に対して生物学的観点からアプローチします。



佐藤 宏明 准教授

SATO, Hiroaki

群集生態学

動物と植物の相互関係に関する  
実証的研究



井田 崇 准教授

IDA, Takashi

進化生態学

変動環境下における植物の繁殖  
特性に関する研究



奈良久美 准教授

NARA, Kumi

環境生物学

植物の環境に応答した生長制御に  
関する研究



酒井 敦 教授

SAKAI, Atsushi

環境生物学

化学物質を介した植物個体間相互  
作用（他感作用）の生理生態学、  
生化学



片野 泉 教授

KATANO, Izumi

陸水生物学

陸水生態系の生物多様性維持機構  
と保全に関する研究



遊佐 陽一教授

YUSA, Yoichi

応用生態学

淡水・海洋生物の生態・保全・  
防除に関する研究

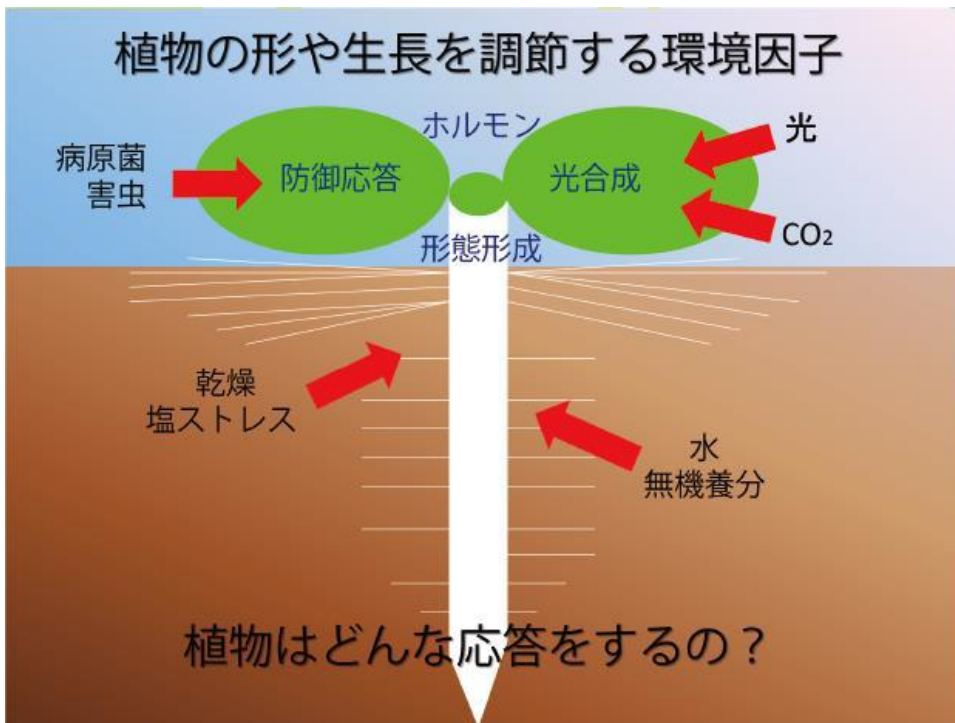


奈良久美 准教授  
環境生物学

## >植物の光に対する応答（水輸送）

植物はそれぞれの遺伝的な背景に基づき、さまざまな環境に応答する能力を持っています。奈良研究室では、植物がどのように環境の変化を受け取り、根による水の輸送や生長（形態）などを変化させるかについて、研究しています。様々な環境因子、例えば、光の条件などが変化したら、植物はどんな応答をするのでしょうか？

例えば、光の強さやCO2濃度が変化したら、光合成の速度が変化したり、形態形成にも影響が出たりします（光形態形成など）。病原菌や害虫がやってきたら、防御応答をします。防御応答の起こりやすさ、病原菌への耐性・感受性も、光条件やホルモンのバランスによって変化することが知られています。



## アクアポリンについて

アクアポリンは、選択的に水を通す水チャネルを構成する分子量約25kDaの膜貫通タンパク質です。水は、チャネル内を浸透圧勾配（正確には水ポテンシャル勾配）に従って移動しますが、チャネルの開閉は、アクアポリンのリン酸化などによる構造変化によって調節されています。植物のアクアポリンは、PIP, TIP, NIP, SIP, XIPの5つのサブファミリーに分類され、さらに各サブファミリーには数種類の分子種が含まれています。

シロイヌナズナではPIPとTIPのいくつかは、遺伝子レベル、及びタンパク質レベルで光や概日時計によって調節されていることを示唆する実験結果がでていたため、奈良は、その調節の仕組みを調べています。その中で、TIP2;2という液胞膜に局在するアクアポリンについて、遺伝子組換え植物を使った研究をしているので、簡単に紹介します。

**アクアポリン aquaporin**

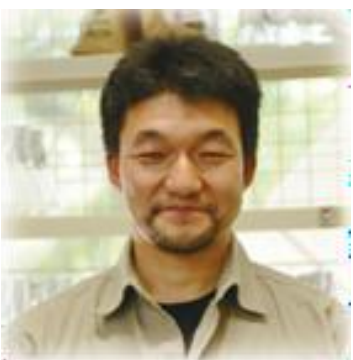
- 水チャネルを構成する約25kDaの膜貫通タンパク質。
- 水の移動は浸透圧勾配に従う。
- 構造変化によってチャネルの開閉（活性）を調節する。
- リン酸化、pH、Ca<sup>2+</sup>、塩濃度など。

**植物のアクアポリン**

- PIP: 原形質膜に局在
- TIP: 液胞膜に局在
- NIP
- SIP
- XIP

シロイヌナズナのPIPとTIPのいくつかは、光や概日時計によって調節されているようだ・・・詳細を研究中

## 2. 生物は環境に影響を及ぼす



酒井 敦 教授  
環境生物学

### > 植物による化学物質の放出とその影響（他感作用）

#### 化学物質を介した植物個体間相互作用（他感作用）

他感作用とは、ある植物が生産し環境中に放出する化学物質によって、他の植物（微生物を含む）が促進的あるいは阻害的な何らかの影響を受ける現象（他感作用の定義には様々なバリエーションがあるので注意！！）をいいます。つまり、植物は化学物質を放出することで「環境」を変化させ、他の植物に影響を及ぼすことがあるのです。

この図は、自然条件下で他感作用の現象が見られるまでの一連の流れを示しています。



他感作用の原因となる（とされる）化学物質は「他感物質」と呼ばれ、植物の生命活動には直接は関わらない「二次代謝産物」の一部です。植物は多種多様な二次代謝産物を合成・蓄積します。その本来の役割は『食害防止』とされています。他感物質の放出経路には、地上部からの揮発性物質の放出（揮散）、地上部・リターからの水溶性物質の放出（溶脱）、地下部からの分泌（滲出）、などがあります。



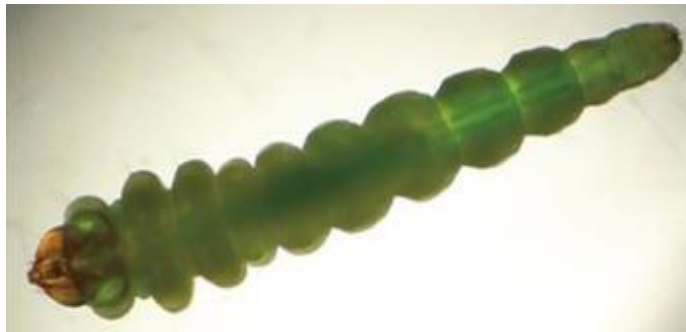
他感作用の現象が起こるためには原因植物 (donor plant) が原因物質を生産・放出し、それが環境中を標的植物 (receiver plant) まで移動し、標的植物に取り込まれ、作用点まで移動して生理機能に影響を与える必要があります。この過程には非常に多くの、他感作用の最終的な効果の大きさに影響を及ぼす、化学的、生物学的、そして環境学的要因が含まれています。

環境科学コースには、生物科学だけではなく、化学や環境科学、モデリング（シュミレーション）など様々な分野の専門家が所属しています。いろいろな要因の影響を考えつつ、諸分野の専門家や学生さんの協力も得ながら、他感作用についての理解を深めたいと考えています。

### 3. ある生物にとって他の生物は環境の一部である



佐藤宏明 准教授  
群集生態学



(左上) ヒサカキの葉に作られたヒサカキムモンハモグリの潜孔；(右上) 潜孔の断面；(右中) 潜孔のなかに葉組織を食べる幼虫がいる；(左下) 4個の潜孔が作られた葉，黒く見えるのは潜孔から飛び出た蛹殻；(右下) 成虫

## ＞動物と植物の相互関係

### 潜葉性蛾類と寄主植物，そして寄生蜂

動物と植物の相互関係に関する実証的研究を行っています。研究対象はふたつあり，一つは潜葉性蛾類と寄主植物の関係，もう一つは奈良公園にけるとシカとイラクサの関係です。ここでは潜葉性蛾類と寄主植物の関係について紹介します。

潜葉性蛾類とは，幼虫の一時期に葉組織に潜り，葉組織を摂食する蛾の総称です。幼虫が葉に潜っている部分を潜孔といいます。

ヒサカキムモンハモグりは，その名のとおり，ヒサカキの葉に潜孔をつくる潜葉性蛾類の一種です。幼虫は潜孔の葉組織を食べて成長し，潜孔の中で蛹になります。羽化するときは，蛹は自ら動いて潜孔から上半身を突き出し，羽化します。蛹殻は潜孔から突き出た状態で葉に残ります。

ヒサカキムモンハモグリの幼虫は蛹になるまで約10箇月間，潜孔の中で過ごし，この間葉が枯死したり，落下したりしないよう，ヒサカキにはたらきかけています。

ヒサカキムモンハモグリの幼虫には十数種の寄生蜂が寄生しています。多種の寄生蜂がなぜ共存できるのか，これもまた興味ある研究テーマです。

## 4. 環境問題への生物学的アプローチ



遊佐陽一 教授  
応用生態学

### ＞侵略的外来種の生態学的特性を利用した制御

遊佐研究室では、**スクミリンゴガイ（別名ジャンボタニシ）**の生態について研究しています。この貝は南米原産で、淡水の無脊椎動物では唯一、世界と日本の侵略的外来種ワースト100に入っている、非常に問題の多い外来種です。

スクミリンゴガイ（ジャンボタニシ）



- 侵略的外来種ワースト100
  - 世界
  - 日本
- 甚大な影響
  - 農業被害
  - 寄生虫
  - 希少植物
  - 物質循環
- 制御
  - 生物的抵抗
  - 性比変動
  - 代替餌など

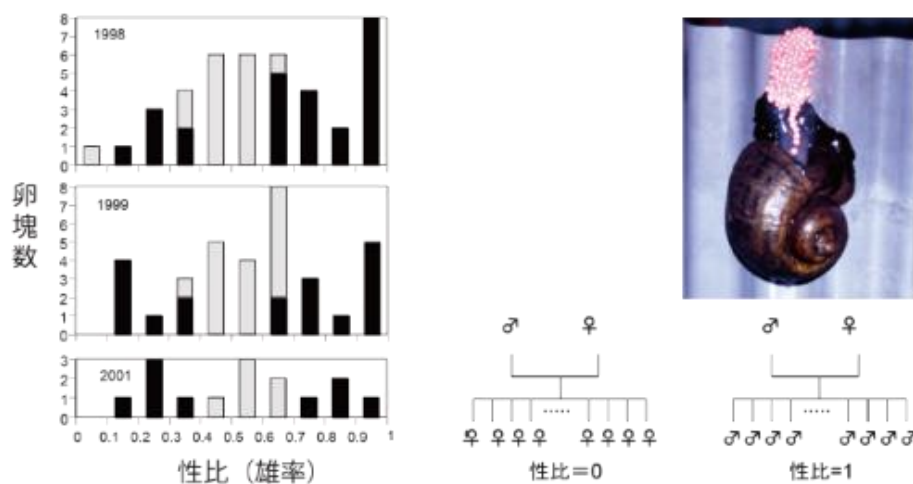


一度この貝が侵入すると、人間社会や生態系に大きな影響を及ぼします。（稲の苗を食べてしまう、寄生虫を媒介する、希少な水生植物を食べてしまう、植物相を壊滅させ窒素などの物質循環パターンを改変してしまう、など）。上の写真が大人の貝（でかい！）、下の写真のピンク色の塊がこの貝の卵塊です（きれい！？）。

遊佐研究室では、**生態学を応用したさまざまな制御法**を検討していますが、ここでは**性比変動**についてのみ、紹介します。

グラフは、一つの卵塊から生まれた貝のうち雄の割合を3年にわたり調べたものです。

スクミリンゴガイの性比変動



同一卵塊から孵化した貝に占める雄の割合（性比）  
黒い部分は性比が統計的に有意に偏っている異なる卵塊を示す

なぜか？  
防除に利用できないか？

多くの生物で、性比はおよそ1:1になります。スクミリンゴガイも全体の性比はおよそ1:1になりますが、個々の卵塊について見ると、必ずしもそうではありません。図の黒い部分は、統計的に性比が1:1とは見なされない卵塊を表しています。つまり、雌が異常に多い卵塊や、逆に雄が異常に多い卵塊がある、ということです。この性比変動の詳しいメカニズムはまだわかっていません。

集団内に雄がどんどん増えていけば、その集団は絶滅に向かいます。スクミリンゴガイの性比変動の原因を調べ、それをうまく利用すればこの侵略的外来種の根絶に利用できるかもしれません。



井田 崇 准教授  
進化生態学

## > 変動環境下における植物の繁殖特性に関する研究

気候変動が生態系に及ぼす顕著な影響にフェノロジー（生物季節）のシフトがあります。個々の生物種の気候変動に対する感受性が異なると、生物間相互作用が崩壊する危険性があります。井田研究室では、植物を中心とした生物間相互作用に関する研究や、環境変動との関係を研究しています。

### 花粉媒介昆虫との相互作用

固着性である植物は、交配手段をポリネーター（花粉媒介者）に依存しており、ポリネーターの活性や送粉効率に応じた花形質や繁殖投資の進化が促されます。ですが、温暖化などによる気温や雪解け時期のタイミングの変化は、植物やポリネーターのフェノロジーを別々に変化させます。その結果、植物の開花のタイミングに、ポリネーターがおらず、花粉媒介がうまくなされない状況が生じてしまいます。このような生物間相互作用の変化に着目しています。

### 植物間の相互作用

冷温帯落葉広葉樹林では、林冠木の展葉が始まると林床に届く光が劇的に減少して暗い環境になり、秋に樹木が葉を落とすとまた明るくなります。こうした光環境の強い季節性は、林床に生育する草本植物の生産量と繁殖成功に重大な影響を与えます。こうした生態系の中で、時間軸に沿った絶妙な樹木と林床草本の関係性について研究を進めるとともに、地球温暖化といったより大きな環境変動に対する応答についても興味を持っています。

訪花昆虫と植物の種類も利用の仕方も様々である。



林冠木（左）と林床（右）の様子が、初夏（五、六月）には明るい展葉が始まり、夏には暗くなる。





片野 泉 教授  
陸水生態学



## ＞淡水域の環境－生物相互作用，生物多様性維持機構に関する応用生態学的研究

私の研究室では，水生昆虫を中心とした水生動物を対象として，河川や池沼，湿地などの多様な淡水域において，生物が物理化学環境にどのような影響を受け，逆にどのように環境を作り出しているのか，また，生物同士が捕食被食関係を通してどのようにつながっているのかについて研究しています。

### 陸水生態系の生物多様性維持機構に関する研究

陸水生態系では、他の生態系と比べ急速に生物多様性が失われています。そこで食物網構造内での生物間相互作用に着目し、陸水生態系の生物多様性がどう維持されているのか調べています。

### ダム河川における課題抽出と環境修復索の効果検証

ダムは河川の連続性を分断することで、生態系に大きな影響を及ぼします。ダム河川における食物網や生物多様性の改変や、環境修復索の効果について調べています。

### 里地の小さな陸水域における生物多様性保全

ため池やしみ出しによる湿地などの小さな陸水域は、里地の生物多様性を補償する場として重要とされています。水を汲むだけで生物分布を調べる環境DNA技術などを用いて、保全的研究にも取り組んでいます。