

# 第 98 回土佐生物学会

## 要旨集

高知大学理学部 2 号館 6 階大会議室

2003 年 12 月 7 日 (日)

### プログラム

学会長 (古郡隆弘) の挨拶及び連絡事項 10:15-10:20

1. 10:20-10:35

ヤドカリにおけるモチベーション変化:配偶者と競争者の影響

美馬 梓 (北海道大学水産学部)・和田 哲\* (高知大学海洋生物教育研究センター)

2. 10:35-10:50

アラレタマキビの季節的移動が成長に与える影響

伊藤 篤 (高知大学海洋生物教育研究センター)

3. 10:50-11:05

*Chlamydomonas reinhardtii* における RNAi 解除の原因解析

黒木利知, 大濱武 (高知工科大学・物質環境システム工学科)

4. 11:05-11:20

*Chlamydomonas* が持つ Group I イントロン内にコードされる制限酵素の認識配列

黒川さゆり, 大濱武 (高知工大・工・物質・環境)

5. 11:20-11:35

胚発生のおもしろさを全部理解しよう

藤原滋樹 (高知大・理・物質)

6. 11:35-11:50

魚の遊泳姿勢はどのようにして決めるのか?

種田耕二 (高知大学・理・自然環境)

7. 11:50-12:05

ナミウズムシの異常眼形成の研究

前田信幸及び高校生（高知追手前高校）

（休憩 80 分）

8. 13:25-13:40

中村市具同低湿地周辺における晩氷期以降の植生変遷

中島安季子・三宅 尚・石川慎吾（高知大学・理・自然環境）

9. 13:40-13:55

高知県物部川の砂礫堆高燥立地に成立する植物群落の組成・構造と主な構成種の生態学的特性

中山希世子・石川慎吾・三宅尚（高知大学・理・自然環境）

10. 13:55-14:10

高知県におけるコウモリ目の生息状況（予報）

\*谷地森秀二・山崎浩司・金城芳典・金澤文吾

（特定非営利活動法人四国自然史科学研究センター）

11. 14:10-14:25

四国におけるツキノワグマの生息状況の現状

\*金澤文吾・金城芳典・山崎浩司・谷地森秀二

（特定非営利活動法人四国自然史科学研究センター）

12. 14:25-14:40

日本住血吸虫の起源はアフリカか？

吾妻健（高知大学医学部環境保健学教室）

（休憩 20 分）

13. 15:00-15:30

浦戸湾の希少動物 -浦戸湾灘地区の埋め立て予定に関連して-

町田吉彦（高知大・理・自然環境）

14. 15:30-16:00

「高知にきて35年. . . .」

古郡隆弘（高知大・理・物質）

総会 16:00-17:00

（庶務会計報告、山中賞選考経過報告、その他）

懇親会 18:00-20:00 司（はりまや町）電話 873-4351

# 1. ヤドカリにおけるモチベーション変化：配偶者と競争者の影響 美馬 梓（北海道大・水産）・和田 哲\*（高知大・海洋センター）

一般に、動物のモチベーションは一連の行動の最中にも変化していると考えられている。繁殖行動におけるモチベーションは配偶者や競争者による刺激で変化することが予想されるが、演者らが知る限り、この予想を検証した研究例はない。

ホンヤドカリ属のオスは繁殖期になると産卵直前のメスの貝殻をつかみ、一定期間持ち歩く交尾前ガード行動を示す。本研究では、ユビナガホンヤドカリの繁殖行動へのモチベーションの指標として、オスを持ち上げて落としてから貝殻から体を出すまでの時間を測定した。そして配偶者や競争相手の視覚・嗅覚刺激を操作することでオスのモチベーションが変化するかどうかを検証した。その結果、野外においてメスをガードしていなかったオスは、コントロール海水中とガードされていたメスが入っていた海水中（嗅覚刺激）での時間に有意差が認められなかった。しかし嗅覚刺激に加えて透明容器に入れたメス（視覚刺激）を入れると、貝殻から出てくるまでの時間が有意に短くなった。また野外においてメスをガードしていたオスは、同じ水槽に競争相手のオスを入れることによって貝殻から出てくるまでの時間が有意に短くなった。これらの結果はヤドカリの繁殖行動におけるモチベーションが配偶者や競争者の嗅覚刺激だけでなく視覚刺激によって高まることを示唆している。

## 2. アラレタマキビの季節的移動が成長に与える影響

伊藤 篤 (高知大学 海洋生物教育研究センター)

海洋と陸上の境界域である潮間帯から潮上帯にかけての空間は、波当たりや、浸水 時間、乾燥の程度などの物理的環境が垂直方向に大きく変化する。したがって、そこ に生息する生物は垂直方向へ移動することにより、それまでとは全く異なった環境と 遭遇することになる。潮間帯に生息する海産腹足類では、その多くの種において季節 的に垂直方向に移動して生息潮位を変えることが報告されている。彼らのこのような 行動は、時空間的に変動する生息場所のなかから、自身の適応度を増加させるような 好適な生息場所を選択しているものだと考えられる。

アラレタマキビは岩礁の潮間帯から潮上帯にかけて生息する殻高7~8mmほどのタ マキビガイ科の藻食性巻貝である。本種は夏にかけて潮上帯から潮間帯へ下降移動 し、秋から冬にかけて再び潮上帯へ上昇移動するという季節的垂直移動をする。本研 究では、北海道南部の葛登支岬のコンクリート護岸壁において、アラレタマキビの殻 成長、軟体部重量の季節性と生息潮位による違いを調べ、それらをもとにアラレタマ キビの季節的垂直移動がどのように成長量増大に貢献しているのかを検討した。

野外において14カ月間、標識個体の追跡調査を行い、個々体の生息潮位と殻成長量 を記録した。また、毎月、高中低の3段階の潮位から採集してきた個体から、各潮位 における体サイズと軟体部重量との回帰式を求めた。どのような移動様式の個体が最 大の成長を示すのかを明らかにするために、年に一度、潮間帯に下降して潮上帯に上 昇するという季節的垂直移動様式をもとにして、下降と上昇の時期をそれぞれ変更す ることにより、いろいろな移動様式を想定した。それぞれの移動様式の個体における 殻成長量と軟体部重量を、標識個体の殻成長量と野外個体の軟体部重量回帰式より推 定した。

その結果、殻成長においても軟体部重量においても、春に潮間帯に下降移動し、秋 に潮上帯に上昇移動する個体が最大の成長量を示した。また、季節的垂直移動をせず に年間を通して潮間帯に生息する個体と、春に潮間帯に下降移動し、秋に潮上帯に上 昇移動する個体とを比較したとき、殻成長では、ほぼ同程度の成長を示していたが、 軟体部重量においては大きな違いが認められた。これらの結果はアラレタマキビにお ける季節的垂直移動は成長量を増大させていることを示唆している。



### 3. *Chlamydomonas reinhardtii* における RNAi 解除の原因解析 黒木利知 大濱 武 (高知工科大学 物質環境システム工学科)

ウイルスゲノムなどの二本鎖 RNA は、Dicer により 3'突出の 21-25 塩基長断片に切断される。それが一本鎖になり RNA-タンパク複合体である RISC 内に取り込まれる。RISC は内部 RNA と相同な配列を持つ mRNA と塩基対を形成する。RISC 内にある 1 本鎖 RNA と相補的な配列を持つ mRNA が切断することにより特定の遺伝子の発現が抑制される。この現象が RNAi である。この現象は、すべての真核生物で保存されている。この現象は、免疫を持たない真核生物におけるウイルスや内在性の転移因子に対する防御機構と考えられている。山崎 (高知工科大) が得た *Chlamydomonas reinhardtii* の RNAi-18 株は、培養していると RNAi が解除された株が高頻度に出現する。本研究では、RNAi の解除が何によるものなのかを解析した。

RNAi-18 株は以下のような経過で得られた株である。まず野生株に外来遺伝子 (*aadA* construct) を導入し、スペクチノマイシン耐性株を得る。その株に RNAi 誘発のための DNA construct (二本鎖の *aadA* mRNA をつくる) を導入し、スペクチノマイシン感受性株を得る。RNAi-18 株は、このようにして得られたスペクチノマイシン感受性株のうちでも最も薬剤耐性が低い株の一つである。この RNAi 強誘発株を液体培地で培養後、プレートで培養すると様々な程度に RNAi が解除された株が出現する。

一般に、人為的に導入した DNA は不安定であることが知られている。ゲノム上での RNAi construct に欠失や転移は生じていないかを解析した。実験手法としては、RNAi 解除の程度の違う 6 株のゲノム DNA を *Eco* T14I, *Sac* I, *Eco* RV の 3 種類の制限酵素でそれぞれ消化し、*aadA* のプローブによるサザン・ハイブリダイゼーションを行った。制限酵素 *Eco* T14I, *Sac* I, *Eco* RV で切った時のサザン・ハイブリダイゼーションの結果は、どの制限酵素によって消化された場合も 6 株ともバンドの位置と数が一致した。*Sac* I では、コントロールとして RNAi が維持されている株を使った。RNAi が解除された 6 株についても、RNAi 維持株と同一のパターンが得られた。

サザン・ハイブリダイゼーションの結果は、RNAi 解除株であっても RNAi construct に大きな欠失や転移はないことを示している。従って、RNAi の解除の原因はエピジェネティックな変異だと思われる。陸上植物、線虫、マウスなどにおいて RNAi により DNA のメチル化が促進されるという報告がある。一般に DNA がメチル化されると遺伝子の転写が抑制されるので、RNAi construct がメチル化されて、その転写が抑制されている可能性がある。

#### 4. *Chlamydomonas*が持つGroup Iイントロン内にコードされる制限酵素の認識配列 黒川さゆり, 大濱武 (高知工大 工 物質・環境)

グループ I イントロンは、内部にホーミングエンザイムと呼ばれる制限酵素をコードする ORF を含むことが多く、そのホーミングエンザイムの働きにより、種を越えた水平転移が起こると考えられている。ホーミングエンザイムは、自らが挿入されている位置のエキソン部分の、上下流それぞれ 8-10 塩基ずつを認識し、これらが連結した塩基配列（イントロンが挿入されていないエキソン配列）を特異的に切断する。切断されたゲノムが、イントロンを含む DNA ゲノムを鋳型とした修復を行うことで、切断部分にイントロンが挿入されると考えられる。これまで、*in vitro* 系で認識配列の解析を行った例はあるが、*in vivo* 系の報告はない。

*Chlamydomonas smithii* (*C. smithii*) は、ミトコンドリア上の *cytb* 遺伝子内に  $\alpha$  と名付けられたグループ I イントロンを持つが、近縁種の *C. reinhardtii* は、ほぼ同じ塩基配列のミトコンドリアを持つにも関わらず  $\alpha$ -イントロンを持たない。両種の間では接合が可能であるが、この時稀に 2 倍体として生育する株を生じる。野生型のミトコンドリアゲノムを持つ *C. reinhardtii* のオス株と、*C. smithii* のメス株を接合させて生じた 2 倍体の細胞では、*C. reinhardtii* のミトコンドリアゲノム内に  $\alpha$ -イントロンが挿入される。これは、*C. smithii* のホーミングエンザイム (I-CsmI) が *C. reinhardtii* の *cytb* 遺伝子内に存在する認識配列を切断し、 $\alpha$ -イントロンのコピーを侵入させた為と考えられる。

そこで、*C. reinhardtii* の *cytb* 遺伝子内にある I-CsmI の認識配列部位に点突然変異を持つ変異体を 7 種作成し、*C. smithii* と接合させ、2 倍体のスクリーニングを行った。突然変異の導入により、ホーミングエンザイムが認識できない配列に変化していれば、 $\alpha$ -イントロンは侵入せず、突然変異が導入されても切断可能であれば、 $\alpha$ -イントロンが侵入する。2 倍体のミトコンドリアの解析を行った結果、一塩基変異で完全に認識不可能となった配列は確認されず、1 種類について認識が弱くなったと思われる結果を得た。

細菌が持つ II 型制限酵素の認識配列は短かい点対称配列で、ホモダイマーによって切断され、曖昧さが無い。一方、ホーミングエンザイムは基質 DNA と少なくとも 20 塩基に渡って結合するので、結合領域中に導入された一塩基の変異では、その結合を完全に防げることはなかったと考えられる。これまでの *in vitro* 系による解析では、LAGLIDADG 型酵素の切断可能配列はもっと厳密であるような印象を与える。今回の *in vivo* のデータは、これを覆すものであり、*cytb* 遺伝子内の保存性の高さを考えると、自然界では塩基配列の違いがイントロンの水平転移の妨げになっていないことを示している。

## 5. 胚発生のしくみを全部理解しよう

藤原滋樹 (高知大学理学部物質科学科)

私たちの研究室では、数年前からホヤ（カタユレイボヤ）の胚発生の研究を始めました。ここでは、私たちがこれまでにどんなことをしてきたか紹介します。ホヤは脊索動物の一員、つまり私たちの親戚です。それでいて、ホヤは体の形もでき方も単純なので、脊索動物の発生研究のひとつの“モデル”として注目されています。ホヤ胚においては細胞数が100個程度になる頃までに、ほとんどの細胞がどの組織に分化するか決まってしまうのです。私たちは、その時期のホヤ胚のmRNAから作ったcDNAの塩基配列と発現パターンを片っ端から決定するプロジェクトを（京大・甲南大・姫工大・都立大などのホヤ仲間と国立遺伝学研究所との共同で）行いました。これまでに、ホヤ胚から約2万種類のcDNA（ホヤのもつ全遺伝子数に匹敵します）の配列と、千数百の遺伝子の発現パターンを明らかにしました。この研究から、発生の非常に早い段階で、もう細胞ごとに違った遺伝子を発現させ始めていることがわかってきました。また、未受精卵に貯えられていて、細胞分裂とともに一部の（特定の）割球にだけ受け継がれていくmRNAもたくさん見つかりました。現在、このような興味深いmRNAを破壊したときに胚発生がどうなるか調べています。また、本来その遺伝子が働いていない細胞で、無理矢理その遺伝子を働かせるとどうなるかも調べています。さらに、2、4、8細胞期・・・と発生が進むにつれて、ホヤのもつ約2万の遺伝子の発現がそれぞれどういう時期に働いたり休んだりしているかをマイクロアレイ解析という方法で調べています。それらの遺伝子がどのような仕組みによって特定の時期に発現するのか、それらの遺伝子の産物であるタンパク質がどのような機能を持っていて、どうやって細胞の運命を決めるのかを知るのが目標です。遺伝子発現のコントロールの仕組みを調べるためには、遺伝子のそばのDNA配列を手に入れる必要がありますが、カタユレイボヤでは約1年前にゲノム配列が解読され、今では遺伝子のまわりの調節領域の配列を簡単に手に入れられるようになっていました。従来の研究では、一つ二つの重要と思われる遺伝子にだけ研究が集中してきました。これに対して、私たちは、細胞のもつすべての遺伝子の活動を見渡しながら細胞のもつ性質や機能の変化を全体的に捉えようとしています。



## 6. 魚の遊泳姿勢はどのようにして決めるのか？

種田耕二（高知大学・理・自然環境）

魚の遊泳姿勢は、前後方向のゆれ（ピッチング）と左右方向のゆれ（ローリング）に分けて考えなければならない。前者については以前この会で報告したので省略するが、大ざっぱに言うと重力方向を感知し、体の前後の浮き袋の体積を調節することでなされる。一方、後者については背中を光の照射方向に向ける反応（背面光反応）と重力方向とは逆に背中を向ける反応（重力反応）の結果であるとされている（フォン・ホルスト、1937）。単純に考えると、横からの照射光に対して斜め方向へ定位するのは上記2つの作用の合力方向ということになる。しかし、この考えには重大な誤りがある。体を水平に保った状態のものに2つの作用が及ぶというのは考えられない。重力反応が生じるのは体が傾いたときだけである。だとすれば、この定位には別の説明が必要であろう。『背面光反応も重力反応も体の傾きとともに変動するが、ある角度になったときに両者の作用が拮抗し、その傾きすなわち定位角で安定する』という仮説にたてば、定位をうまく説明できる。ブラケットラを用いて色々な方向から光を照射したときの体の傾きを測定することで、ローリング方向での遊泳姿勢を決める仕組みを考えた。しばらく暗黒に適応した状態のものに色々な角度から光を照射し、照射角と定位角の関係をグラフに表すと、 $0\sim 15^\circ$ 、 $15\sim 100^\circ$ 、 $100\sim 180^\circ$ の3つの範囲で異なる傾きの直線となることが分かった。この照射角と定位角の関係から重力反応を推定すると、上記の3つの範囲に対応してそれぞれ異なる曲線が得られた。これをもとに仮想的な重力反応を考え、両眼視（ $0\sim 15^\circ$ ）では重力反応はゼロとなり、上方からの光照射（ $15\sim 100^\circ$ ）では重力反応を抑制し、下方からの光照射（ $100\sim 180^\circ$ ）では重力反応を増強すると推論した。両眼視で重力反応がゼロとなることは、両眼から抑制効果が与えられたためであろう。また、十分長い時間光に順応した後、真上から（すなわち $0^\circ$ ）から光を照射し、ついで順次照射角光の角度を変化させたところ、暗黒中と同様に3つの直線に分かれたが、定位角はいずれの角度でも暗順応時より大きくなった。更に、これと同様の実験を真下からの光（すなわち $180^\circ$ ）から始めた場合も、ほぼ同じ結果となった。すなわち、明順応することで定位角は大きくなったのである。この原因は光に対する反応が増大したからであろうか、それとも重力反応が低下したからであろうか。光源にフィルターをつけて照射光を弱くすると定位角も小さくなったので、確かに照射光の強さが定位角を変化させるようである。しかし、一般に明順応すると光に対する感度はむしろ減少するのが普通であるから、定位角の増大が光に対する反応の増大によるというのは考えにくい。むしろ明順応で、重力反応が小さくなったと考えたほうが無理がなかろう。あるいは暗順応で重力反応がより増強されるというのが当たっているかも知れない。

以上述べたように、魚がローリング方向で遊泳姿勢を決める要因として光、重力、光の照射角度、明あるいは暗への順応などが複雑に関わっていることが分かった。



## 8. 中村市具同低湿地周辺における晩氷期以降の植生変遷 中島安季子・三宅 尚・石川慎吾（高知大・理・自然環境）

四国南部は花粉分析的研究の多い地域の一つであり、中村、山中ほかによって後氷期堆積物に関する研究が数多く報告されてきた。しかしながら、報告された研究の多くは高知平野とその周辺域を中心とした地域で行われたもので、四国南西部における事例研究は少なく当該地域の植生変遷史については未解明のままである。中村市具同（東経 132 度 54 分 57 秒、北緯 32 度 58 分 22 秒、海拔 6m）では、国土交通省四国地方整備局中村工事事務所による地方広域道路整備事業に伴い、2002 年 10 月に全長約 55m におよぶ柱状堆積物が採取された。我々は、その堆積物の花粉分析を行い、晩氷期以降、現在までを広く覆う花粉記録を得た。本研究ではその花粉記録に基づき、後氷期以降の照葉樹林発達史を中心に、具同低湿地周辺の晩氷期以降の植生変遷について報告する。

堆積物の層相は、深度 0~49.3m が主に粘土質~砂質シルト、シルト質細砂および細砂の互層で、49.3~55.4m が礫層である。なお、深度 15~15.5m に鬼界-アカホヤ火山灰層を挟在する。深度 47~47.5m の有機物に富むシルトの  $^{14}\text{C}$  年代値は、 $10,250 \pm 50$  yrs B.P. (Beta-180585) である。

花粉分析の結果、同定された花粉・孢子化石の分類群数は 104（木本花粉 57、草本花粉 38、孢子 9）である。主な花粉・孢子の組成と出現率の垂直的変動をもとに、GD-I から GD-III までの 3 つの局地花粉帯に区分した。各局地花粉帯の花粉・孢子の組成から、各時代の植生について述べる。GD-I 期（約 10,500~9,400 yrs BP）には、丘陵地ではコナラ属コナラ亜属、ケヤキ、イヌシデを含むクマシデ属、カエデ属が優勢で、モミ属、ツガ、マツ属複維管束亜属、ブナ、トチノキ属が随伴する落葉広葉樹林が分布していた。一方で、コナラ属アカガシ亜属やシキミ属のような常緑広葉樹は稀であった。ツガの優占度は低いものの、この森林組成は現在、四国山地河山や三嶺の中標高域（700~1,200m）に発達するツガ-コカンスゲ群集（鈴木 1949）に類似することから、気候帯区分では本調査地は推移帯上部に位置したと推定される。GD-II 期（約 9,400~6,300 yrs BP）の初期には、丘陵地の落葉広葉樹林が部分的にコナラ属アカガシ亜属、シイ属-クリ属、ヤマモモ属などを主とする照葉樹林に移行した。コナラ属アカガシ亜属は中筋川に沿った沖積低地内の中湿で相対的に安定した立地にも分布を拡大したと推察される。落葉広葉樹のうち、コナラ属コナラ亜属とクマシデ属は依然として高い相対優占度を占めたと考えられるが、ブナ、トチノキ属などの冷温帯性樹種に加え、カエデ属はしだいに衰退した。ソバ属花粉が K-Ah 層以深の深度 25m と 35m の層準で低率ながら出現することから、本調査地におけるソバの栽培は少なくとも K-Ah の降灰期以前に遡ると推定される。GD-II から GD-III 期にかけて落葉広葉樹とヤマモモが著しく衰退する一方で、ヒブシサーマル期の気候好転期を含む GD-III 期（約 6,300 yrs BP~現在）にはシイ属-クリ属とコナラ属アカガシ亜属が優勢な照葉樹林が発達した。丘陵地に囲まれた小盆地内や後背湿地の所々にはスギが分布していたと考えられる。

後氷期初期におけるヤマモモ優占林の存在は、高知平野の南国市伊達野や春野町大谷で

も認められ、いずれも、最終氷期に優勢であった温帯針葉樹林や落葉広葉樹林からシイ類、カシ類を主とする照葉樹林への移行期の森林として捉えられる。しかしこの時期、日本列島太平洋側の沿岸低地では、四国南部を除き、ヤマモモ属花粉が優占する分析地点は認められない。ヤマモモの生活史特性は詳細に調べられていないが、沿岸丘陵地の二次林内や蛇紋岩地のような貧栄養地に多く分布する。鳥散布と推定される動物被食型種子を生産するヤマモモが、温帯針葉樹や落葉広葉樹の後退した跡地に先駆的に侵入した可能性がある。

9. 高知県物部川の砂礫堆高燥立地に成立する植物群落の  
組成・構造と主な構成種の生態学的特性  
中山希世子・石川慎吾・三宅尚（高知大・理・自然環境）

日本の平野部では、古くから人為的な土地改変が施され、本来のあるべき自然がほとんど姿を消してしまった。その中で、河川周辺に残された地域は本来の自然が残されている場所として、特に平野部においては生物多様性の保全の観点から再認識されている。しかし近年、外来植物の侵入、人為的な河川管理の影響などにより河原の植生では在来植物が減少するなどの問題が生じている。そのため河川固有の自然と生物の多様性を保存するため、外来種の侵入の実態や原因、在来種の生活史特性などが研究されている。

近年、西日本の河川では河床の複断面化による河道の固定化と高水敷の安定化が進行し攪乱立地に成立する河川本来の植生が失われていることが報告されている。調査地とした物部川においても高水敷の植生遷化が広く認められ、一部では樹林化が著しい。そこで本研究では、特に礫床河川の高燥な砂礫堆に特有なカワラヨモギ *Artemisia capillaris*, カワラナデシコ *Dianthus superbus longicalycinus* などを主要構成種とする群落の維持機構を明らかにすることを目的に群落学的調査に加え、それらの種の生物学的特性を明らかにすることを試みた。上記2種の種子の休眠・発芽特性、実生の定着、成長様式を実験生態学的に調べ、また、携帯型光合成測定器により、光合成量の季節ごとの違いを比較検討した。調査地である物部川の砂礫堆は132の植生調査資料をもとに群落を区分した結果、①コセンダングサ・ヒメムカシヨモギ群落、②カワラヨモギ・メドハギ群落、③オガルカヤ・カワラヨモギ群落、④シバ群落、⑤チガヤ群落の5つの群落型に大別できた。②、③の群落は洪水などによる表層への砂の堆積によって④から⑤の群落へ遷移する傾向を示したものの、比較的安定して存続している植分も広く認められた。カワラヨモギはシバ群落、チガヤ群落へと遷移する過程で個体サイズや密度、種子生産が減少していたが、個体群のサイズ構成は変化せず、シバやチガヤの被度が低い部分で個体群を更新していた。また種子の発芽率は低いものの発芽可能温度域は広く、定着した実生は高い生存率を示した。そしてその個体は地下部への高い物質配分、そして季節ごとの葉の形態変化により、気温の変化や乾燥ストレスに対応し、安定した光合成能力を維持していた。カワラナデシコは立地環境の違いにより個体サイズ、種子数ともに異なっており、立地の比高が小さく植被の疎な立地では、個体当たりの果実数、種子数ともに多い傾向があった。種子は昆虫による食害などを受けるものの発芽率は高かった。また結実後、ロゼット個体において冬季でも新しい葉を展開させ夏季と同程度の光合成能力を維持していた。このような生態学的特性によりカワラヨモギ、カワラナデシコは高燥な砂礫堆に個体群を発達させることができる。これらは洪水などにより細粒物質が堆積すると遷移が進行し個体群を維持できなくなるが、長期的な群落の保全には洪水の攪乱による新たな生育地としての裸地の形成が必要とすると考えられる。



## 10. 高知県におけるコウモリ目の生息状況（予報）

※谷地森秀二・山崎浩司・金城芳典・金澤文吾  
（特定非営利活動法人四国自然史科学研究センター）

高知県においてコウモリ目は3科8種の生息が確認されている。このうち、高知県レッドデータブック(動物編)にリストアップされている種はヤマコウモリ、テングコウモリおよびオヒキコウモリの3種であるが、その全てが「情報不足」としてランクされており、県内の生息状況は十分に把握されていない。また、その他の種に関する情報も少なく、特に日中の休息場および繁殖場として樹洞を利用する種に関する情報はほとんどない。四国自然史科学研究センターは高知県より「平成15年度自然環境保全基礎調査種の多様性調査(高知県)委託事業」をうけ、高知県内のコウモリ目の生息状況を把握する調査を行っている。今回は、事業の一環としてカスミ網を用いた捕獲調査（学術捕獲許可第9-37号、第9-38号、第9-39号）を行なったので結果を報告する。

調査は10月7日より11月7日にかけて実施した。調査地は高知県全域をカバーできるように物部村東笹林道、越知町横倉山、本川村鎌藪谷、馬路村魚梁瀬、西土佐村黒尊溪谷および土佐清水市足摺岬の6ヶ所に設定した。調査地においてカスミ網を設置する環境は1) 広葉樹林帯の範囲内もしくは隣接地である事および2) 樹洞が形成されるような大径木がある事の2点に留意した。カスミ網は、コウモリの通り道と予想される林道において、通り道を遮るように地上高0m～5.4mに設置した。設置時間は日没前後より23時30分までとし、カスミ網の設置後は、調査員がカスミ網の近辺に待機し、捕獲状況の監視を行うと共にバット・ディテクターを用いて周辺に飛来するコウモリの状況も記録した。バット・ディテクターにコウモリが発する超音波が感知された場合には、感知した時間、気温および感知した周波数帯を記録した。コウモリが捕獲された場合は、捕獲時間、気温、捕獲された地上高を記録し、速やかにカスミ網から取り外した。捕獲した個体は、種の判別、性の判別、成長段階の確認、前腕長の計測、体重の計測および外部寄生虫の採取を行った。捕獲した個体のうち、各種ごとに雌雄1頭ずつ標本化するために確保し、他の個体は上記観察を行った後、捕獲地点において速やかに放逐した。

調査の結果、物部村東笹林道、越知町横倉山、本川村鎌藪谷、馬路村魚梁瀬および土佐清水市足摺岬において2科5種12個体の捕獲に成功した。西土佐村黒尊溪谷ではコウモリの飛翔を確認したが、捕獲はできなかった。越知町横倉山および本川村鎌藪谷において捕獲された種には高知県初記録となる2種がふくまれていた。



## 1 1. 四国におけるツキノワグマの生息状況の現状

\*金澤文吾・金城芳典・山崎浩司・谷地森秀二

(特定非営利活動法人四国自然史科学研究センター)

四国におけるツキノワグマの生息状況の変遷は、鳥獣関係統計によると昭和 20 年(1945 年)ころまでは四国全県に生息していたことが分かる。その後、第 2 回自然環境保全調査によると、ツキノワグマは香川県、愛媛県では絶滅し、1979 年代後半には徳島県、高知県に生息が限定されることが報告された。その時期からの四国のツキノワグマ個体群は高知県、徳島県にまたがる剣山山系と高知県幡多地方の 2 つの地域に分かれ、2 つの地域間の個体群は独立していることが報告された。しかし、近年、幡多地方においては確実な生息を示す情報は得られておらず、現在四国におけるツキノワグマの生息地は剣山山系のみと推測される。

現在のような生息状況にいたった要因の一つとして、過度な狩猟圧がかけられたことがあげられる。四国のツキノワグマは植林木への有害鳥獣として賞金および奨励金がかけられ、1980 年代まで無制限に駆除され続けていた。その後、絶滅が危惧されるようになり、1986 年に高知県が 10 年間の捕獲禁止措置をとり、翌年、徳島県においても同様な法的措置がとられた。1989 年には現在その生息が確認されている国設剣山山系鳥獣保護区の面積が 3,286ha から 10,139ha に拡大更新された。1993 年から 1996 年にかけて徳島県特定鳥獣(ツキノワグマ)生息調査が実施され、その間に 3 頭の捕獲・追跡調査が行われ、徳島県内のツキノワグマ生息頭数は 10 数頭と推定された。また、1995 年から 1996 年にかけて高知県ツキノワグマ生息状況調査が実施され、痕跡調査、聞き取り調査などから高知県下の生息頭数は 2~10 頭と推測された。

われわれは四国剣山山系において、ツキノワグマ生息状況調査を継続して行っており、これまでに数回の野生個体の写真撮影に成功した。今回の発表では調査により得られた知見ならびに撮影された写真により得られた知見を踏まえて四国におけるツキノワグマの現状を報告する。

1 2. 日本住血吸虫の起源はアフリカか？  
吾妻健 （高知大学医学部環境保健学教室）

George M. Davis (1980, 1992) は日本住血吸虫の起原について以下のような非常に興味ある説を発表した。1. *Schistosoma* 属住血吸虫とその貝相はパンゲア分裂以前のゴンドワナ大陸で進化し、現在アフリカ、インド、南米として知られる、中生代のゴンドワナ大陸で共進化を開始した、2. アジアの住血吸虫と貝はインド大陸プレートによってアジア大陸に導入され、日本住血吸虫の祖先となった、3. 一部の住血吸虫と *Biomphalaria* は南米大陸によって南米に導入された。一方、最近 Snyder & Locker (2000) はリボソーム RNA の 28S 領域をもとに日本住血吸虫のアジア起原説を提唱したが、アジア産のインディカム住血吸虫グループについてはアフリカから移動したとの見解をとった。我々は、この数年、日本住血吸虫の起原について解析を行ってきたが、上述のインディカム住血吸虫グループ4種 (*S. indicum*, *S. spindale*, *S. nasale*, *S. incognitum*) の DNA 塩基配列 (核 DNA-ITS2 と 28S およびミトコンドリア DNA-CO1) の解析を通して以下のことを明らかにした。1. *S. indicum*, *S. spindale*, *S. nasale* の3種は日本住血吸虫グループとは遠縁でむしろアフリカのビルハルツ住血吸虫グループやマンソン住血吸虫グループに類縁性が高い、2. *S. incognitum* はインディカム住血吸虫グループではかなり初期に分岐し、インディカム住血吸虫グループとアフリカ産の2グループの共通祖先種である可能性がある、3. インディカム住血吸虫グループは monophyletic ではない、4. これら結果は Davis (1980, 1992) の説および Snyder & Locker (2000) の説を説明できない。今回はこれまでの解析を総合して住血吸虫属はアジア起原であり、住血吸虫はアジアからアフリカに向かって進化した可能性について考察する。

### 13. 浦戸湾の希少動物

—浦戸湾灘地区の埋め立て予定に関連して—

町田吉彦（高知大・理・自然）

今回紹介する希少動物は講演に譲り、ここでは浦戸湾の埋め立ての歴史と、本年度に予定されている灘地区の埋め立ての問題点を考察する。

高知県は 1993 年から 99 年に浦戸湾海域環境創造・自然再生事業（シーブルー事業）を実施した。この事業では、中土佐町沖の砂を浦戸湾に運び、衣ヶ島の周辺に撒いた。目的は干潟の造成による水質浄化である。しかしながら、本年の春季に、この砂地（覆砂地）に大発生したアサリが急激に姿を消した。覆砂地にアサリが大発生し、やがて消失することは他所でも報告されている。アサリは水質浄化に貢献する。1 個のアサリは 1 時間におよそ 1 リットルを換水し、有機物の破片と微小な生物を濾過して餌としている。1 m<sup>2</sup> 当たりのアサリの密度が 1000, 2000 の数値も珍しくない。覆砂地での急激な減少の原因は解明されていないが、アサリがいない砂地に水質浄化は期待できない。

浦戸湾の埋め立ての歴史は住民運動の歴史でもある。浦戸湾は面積が 7 km<sup>2</sup>、奥行き 10 km、最大水深 22 m、湾口部の幅が約 250 m である。湾口部の最大水深は約 10 m しかない。この狭隘な入り江の沿岸住民の不安は、埋め立てが台風、高潮、津波の被害を増大することである。1963 年に高知大学の故沢村武雄教授は、湾内の波を高くしない手段として、また、浦戸湾の観光資源としての価値を保存するための最良の手段として、「横浜地区の埋め立ての全面中止に勝る方法はない」との見解を公表し、世論を喚起した。この裏には、県港湾審議会が 1960 年 5 月に横浜地区地先 47 万坪、同年 6 月に西岸 44.7 万坪、1961 年 10 月に同地区 30.3 万坪の埋め立てを承認し、答申した事実がある。これ以降も、1968 年 6 月に 4 万坪、1970 年 2 月に 0.7 万坪の埋め立てが承認されている。しかし、この状況は 1970 年 8 月 21 日の台風 10 号で一変した。室戸岬での最大瞬間風速が 64.2 m、高知市で 54.3 m の巨大台風が高知市を直撃したのである。折しも上陸が満潮時と重なり、市内の大半が水浸しとなった。死者・行方不明者 13 人、総額 737 億円という戦後最大の被害がもたらされた。これを機に、高知市議会は今後、市民の防災上の不安が解消されるまで浦戸湾の埋め立てを認めない旨を決議した。

当時、浦戸湾の水質汚濁は全国で最悪の水準にあった。これは、1950 年 10 月に操業を開始した製紙工場が毎日 13500 トンのパルプ廃液を江ノ口川にたれ流していたためである。汚濁が頂点に達し、浦戸湾が死の海となった 1971 年 6 月 9 日未明、会社ならびに行政の対応に耐えかねた市民団体の代表が、公害から市民を救うため工場の廃水口に生コンクリートを流し、一時的に操業不能とした。公害反対運動史上で名高い、「高知パルプ生コン事件」である。2 名の実行者は起訴され、罰金刑を受けた。しかし同時に、会社の市民に対する背信行為と、行政の無策を裁判長が糾弾する異例の裁判となった。工場が 1972 年 5 月 27 日に操業を停止して以後、水質は目に見えて回復するようになった。



本年9月に衣ヶ島に渡ったところ、砂が島の間近まで迫っていた。同時に、これまでに漁民が見たことがない「砂茶碗」を多数発見した。砂茶碗は、ツメタガイ類が砂を利用して作る卵塊である。ツメタガイ類は二枚貝類の天敵である。来春にならなければツメタガイの正体は分からないが、明らかに覆砂が彼らの産卵地を保証したことになる。なぜなら、覆砂される以前は泥地であり、表面に砂がなかった。現在でも、砂が届いていない場所には地元で「沼あさり」と称されるアサリが生息しており、高値で取り引きされている。漁師の証言では、ハモもトゲノコギリガザミもクロダイもここで採れていたが、覆砂後はまったく採れなくなった。開発側は、ヘドロを砂で埋めることで水質浄化を期待したと主張するが、もともとこの場所はヘドロではなかったのである。さらに驚くことに、生物に関する調査が覆砂の前後でまったくなされていない。

平成15年にはこの事業の延長として灘地区の埋め立てが予定されている。長さ800m、幅100mを国分川の浚渫土砂で埋める計画である。当局が住民に配付した資料には、『浚渫土砂を使って砂浜（干潟）を造る』とあり、干潟の効能が同時に記されている。干潟の効能に嘘はない。しかし、土砂で干潟と砂浜は造れない。自然の浄化槽と称される干潟は、あくまで自然の産物である。高潮防潮堤が市民を水辺から遠ざけているから親水護岸を造るとも主張している。しかし、防潮堤が高くなった経緯を踏まえれば、これは人間の勝手ではない。最も問題なのは、公共事業で発生する『残土を資源として再利用する』という発想である。最も安易な「安上がりの公共事業」であることを自ら証明している。たとえどんな材料でも、長い時間を経て灘に堆積した泥とは異なる。予定地の生物は生き埋めになる。やがてやって来る次世代の定着場所は確実に失われる。使用された土砂はやがて流失し、泥の表面を覆い、泥地の生物の生息地を奪って最後に航路筋に堆積する。そうなれば、航路筋の浚渫しかない。

演者は、灘の埋め立て予定地で生物に関する事前の調査がないことに疑問を持ち、独自で調査を試みた。その結果、予定地の潮間帯とその周辺の潮下帯に多数の希少種が生息していることを確認した。特に、幻に近いアカメが都会の中庭の海に多数生息している事は奇跡的と言ってよい。防災には万全の対策が必要である。しかし、360年に一度の高潮と、100年ないし150年に一度起こる南海大地震に耐えられる防潮堤が完成し、市民の防災に対する不安が払拭された（と県は解釈しているようである）ことと自然保全は別次元の問題である。事業を提案した団体は、浦戸湾で『唯一残された灘の自然環境』を残し、浦戸湾を産業活動、賑わい、自然および景観が一体化された地域として、県民市民の貴重な財産として残すとしている。そのためには灘に親水空間を形成し、砂浜の復元による環境浄化が必要と主張している。灘地区は急峻な山が岸に迫り、流入河川がなく砂浜がない。その主張は矛盾だらけで、机上の空論である。

浦戸湾はこれまで人為的な負荷に絶えずさらされ、今また新たな負荷に直面しようとしている。パルプ廃液が流れ込む以前の浦戸湾は、200種の魚類が生息していたとされる豊かな入り江であった。高知パルプ生コン事件から30年余が経過し、高知市の人口は33万人を超え、下水道普及率が40%を超えた。この間、市民の環境に関する意識の向上と相まって浦戸湾の水質は徐々にではあるが着実に改善されつつあると演者は理解している。

加えて、温暖化の影響が顕著となりつつあり、動物相は劇的に変化しつつあると考えられる。人間ができる水質浄化は工場廃水の規制と下水道整備事業の推進という正攻法しかない。あとは生き物たちに任せるしかない。そのためには、人間が生き物たちの生息地を保証しなければならない。これが自然と人間の共生である。

シーブルー事業の企画と施工には、行政と市民の意識の中での台風 10 号による大被害と高知パルプ生コン事件の風化が強く感じられる。故沢村教授は地質学の専門家であり、防災面と景観面から埋め立て不可の結論を出した。この結論すらも風化させてはならない。さらに生物多様性の維持で補強するのが私たちの任務であろう。最後に、浦戸湾の埋め立ての歴史と高知パルプ生コン事件に関しては、1980 年に浦戸湾を守る会が発行した和田幸雄著「高知生コン事件の全貌」から大幅に引用した事を明記する。

## 事業評価シート

(重要課題名：資源循環型社会の先進地域を目指す)

NO

- 1

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |            |                   |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------|-------------------|--------------|
| 部課室名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 港湾空港<br>港湾              | 部・局<br>課・室 | 事業名               | 浦戸湾海域環境再生事業費 |
| 事業期間                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 平成15年度～16年度             | 記入者        | 建設第一班 堀 本 内(9885) |              |
| 見積額                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 156,000千円 (一)132,600千円) |            |                   |              |
| ◇ 事業の説明(目的及び内容の説明)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                         |            |                   |              |
| <p>「目的」<br/>県民が参画した浦戸湾の水質、底質の浄化及び親水性のある浜辺の再生を推進する。</p> <p>「内容」<br/>高知市横浜地区において NPO 団体も参画し、干潟を再生するための覆砂工事を実施するとともに環境影響評価等を実施する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                         |            |                   |              |
| 1 ニーズの説明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |            |                   |              |
| <p>・水質基準<br/>高知県文化環境部から毎年出されている公共水域の水質測定結果では、浦戸湾に流入する河川は「水質汚濁に係る環境基準(環境庁告示)」を満たしているが、浦戸湾は基準を満たしておらず年々悪化傾向にある。(資料-1)</p> <p>・市民からの提案<br/>浦戸湾周辺の開発、都市化による水質悪化や高潮防潮堤整備により市民を水辺から隔離している。このため高知NPOは、浦戸湾の水質改善の促進や浦戸湾を市民の憩いの場として取り戻すことを訴え、環境学習を中心に水辺の観察を行ってきている。今回は、地域のコミュニティーの参加も得て、親水空間の創出や生物の棲む干潟の再生を図るための提案が県に寄せられている。(資料-2)</p> <p>・港湾計画との整合<br/>高知港港湾計画の中でも、横浜地区は、浦戸湾の数少ない自然海浜が防災工事により消滅している地域であり、人工的に人が海や自然に溶け込める親水空間となるよう、緑地整備を位置付けている。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         |            |                   |              |
| 2 手段の選択理由                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                         |            |                   |              |
| <p>平成5～11年度に海域環境創造事業で汚泥浚渫・覆砂工事を衣ヶ島周辺で実施したところ、水質浄化機能を持つアサリが定着するとともに、水質が環境基準を満たした。(資料-3)</p> <p>このことから水質浄化に覆砂工事は有効であることが実証されたので、横浜地区の水質浄化においても覆砂工事を実施する。</p> <p>また、経費節減のうえからも、河川激甚災害対策特別緊急事業から大量に発生する掘削土砂を覆砂材として有効活用(リサイクル)し、干潟を創生する。</p> <p>このことにより、建設副産物の基本施策「発生の抑制」、「再利用の促進」、「適正処理の推進」を目指す。</p> <p>さらに、県民に開かれた行政を推進するため、NPO にも参加してもらい「事業目的」、「事業の合意形成」、「施工個所の現況調査」、「事後調査」、「成果報告」を市民に広報する。</p> <p>[参 考]<br/>○ H5～11の結果</p> <p>・この事業により形成された干潟には大勢の人々が集まり市民の憩いの場として潮干狩りを楽しんでいる。</p> <p>・また、近年、漁業が衰退する中で地元漁業者もアサリ漁により一定の収量を陸揚げしている。<br/>(市漁協聞取り) 潮干狩り：3月～8月 延べ6,000人、5月 Max 300人日<br/>陸揚実績：H13実績 9,000千円</p> <p>・自然循環の仕組み<br/>覆 砂：汚濁した底泥を良質な砂で覆うことにより、水・底質の浄化作用が促進できる。<br/>底生物：底質の粗粒化を図ることにより、シルト・粘土質を好む環形動物から、砂質を好むアサリの定着が見られる。</p> |                         |            |                   |              |



|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |            |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|
| (事業名 浦戸湾海域環境再生事業費)                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | NO                | - 2        |
| 3 事業の全体コストの把握                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |            |
| ○事業費                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | H15 年度            | H16 年度     |
| ・ 海域環境再生事業                                  | 覆砂工                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 275,900 千円        |            |
|                                             | 調査費 (事前調査・底質調査)<br>(事後調査)                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4,700 千円          | 4,800 千円   |
| ・ 高知 NPO                                    | 環境影響調査等 (事前調査・市民への情報提供)                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3,000 千円          |            |
|                                             | (事後調査・報告)                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   | 2,850 千円   |
| ・ 海域環境再生事業の覆砂材のリサイクルによる縮減費                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | (-) 151,000 千円    |            |
| ・ 事務費                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 23,400 千円         | 1,350 千円   |
| 計                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 156,000 千円        | 9,000 千円   |
| 公共事業で発生する土砂を被覆材としてリサイクルすることにより、大幅なコスト縮減を図る。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |            |
| ○縮減費                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 河川災害復旧事業 (沖捨て運搬費) | 170,000 千円 |
| 4 目標水準の設定 [ (事後評価の時期 H17 年 3 月) ただし、5 年以内]  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |            |
| 到達目標                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「水質汚濁に係る環境基準 (環境庁告示)」の生活環境の保全に関する環境基準の達成 (3mg/l)。</li> <li>・ 水質浄化機能を有する干潟の造成とアサリの定着や採取による水質浄化のための循環システムの構築。</li> <li>・ 公共事業への市民参画のシステム作り。</li> <li>・ 市民参加 (NPO) による環境影響評価等事前・事後調査の実施及び市民への事業効果の報告。</li> </ul>                                          |                   |            |
| 現状及び根拠                                      | <p>「現状」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「水質汚濁に係る環境基準 (環境庁告示)」の生活環境の保全に関する環境基準が満たされていない。(5mg/l)</li> <li>・ 市民を海浜地から遠ざけている。</li> <li>・ 行政による公共事業の推進実施。</li> </ul> <p>・ 浦戸湾の水質調査結果で COD 値が、環境基準 (3mg/l) を越えている。</p> <p>・ 干潮時でも防潮堤で遮られ海辺に近づけない。</p> <p>・ 事業実施にあたり、市民の考え方が反映されていない。</p> |                   |            |
| 部局内評価者名                                     | 港湾課 課長補佐 杉本 雅敏                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |            |
| 最終評価者コメント                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 公共事業で発生する残土を、担当課室の枠を超えて資源として再利用する今回の提案事業は、先進的な事業であり、また、その効果も過去の事業実績から期待できる。</li> <li>・ 今後、こうした部局を超えた資源循環型社会づくりに向けた事業に取り組むと同時に、国に対しても積極的に PR すべき事業事例であると考え。ただ、事業実施にあたっては、残土の適性を十分に調査し、環境面に十分留意することが必要である。</li> </ul>                                    |                   |            |
| 部局内評価                                       | 1) 2 2) 3 4) 2                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 部局内評価計            | 7          |
| 評価チーム評価                                     | 1) 3 2) 3 4) 2                                                                                                                                                                                                                                                                                  | チーム評価得点計          | 8          |