

第 97 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
2002 年 12 月 8 日

プログラム

学会長（古郡隆弘）の挨拶及び連絡事項 09:30-09:40

1. 09:40-09:55

ハナガゴケの分類学的再検討

佐藤 裕幸・松井 透（高知大学理学部自然環境科学科）

2. 09:55-10:10

須崎沖の魚類相 ―ウナギ目魚類を中心に―

井手幸子（高知大・理・生物科学）

3. 10:10-10:25

土佐湾産ハゼ亜目魚類の分類学的研究

野川 悠一郎（高知大・理）

4. 10:25-10:40

徳島県吉野川下流域におけるイセウキヤガラの個体群動態とその生態学的特性

菅原裕子・石川慎吾（高知大・理）・鎌田磨人（徳島大・工）

5. 10:40-10:55

高知県四万十川における多自然型川づくり施工箇所の植生と植物相の変化

宮田宏美（高知大・理・自然環境）

6. 10:55-11:10

土佐湾に出現するサイウオ科魚類

能津英仁（高知大・理・生物科学）

休憩 11:10-11:20

7. 11:20-11:35

摂餌様式から見たトゲウオ目魚類の多様性

高田陽子（高知大・理）

8. 11:35-11:50

トロポニンCスーパーファミリー遺伝子の進化過程におけるイントロンの変遷

湯浅ジュリー創（高知大・理・物質科学）

9. 11:50-12:05

ソードテールの長いソードは何のためにあるのか

木下 文・種田耕二（高知大・理・自然環境）

10. 12:05-12:20

ムナグロの越冬

田中正晴 (高知野鳥の会)

11. 12:20-12:35

肺吸虫属の分子系統地理学

石上盛敏・吾妻健 (高知医科大学大学院医学研究科環境保健学教室)

昼食休憩 12:35-14:00

12. 14:00-14:15

白鳳丸航海によるウミアメンボ研究

原田哲夫・高井統 (高知大・教育・環境生理)

13. 14:15-14:30

イセエビのプエルルス幼生による人工海藻への着定場所選択

金井塚太郎 (高知大・理)・和田哲・大野正夫 (高知大・海洋センター)

14. 14:30-14:45

Anthopleura属のイソギンチャク2種における繁殖様式と闘争反応の比較

高橋真智子 (高知大・農)・樋口真理可 (高知大・理)・和田哲 (高知大海洋センター)

15. 14:45-15:00

高知市及び周辺地域の帰化植物

内藤麻子 (高知大学理学部自然環境科学科)・田中伸幸 (高知県立牧野植物園)

16. 15:00-15:15

中山紘一

高知県に産するヤマユガ科

休憩 15:15-15:25

17. 15:25-15:40

マゼランペンギンに認められた鳥マラリアのDNAによる種判別

穴井 直博 (高知県立のいち動物公園)

18. 15:40-15:55

単細胞緑藻 *Chlamydomonas reinhardtii* の葉緑体を用いた有用タンパク質の発現系の構築: コレラ毒素Bサブユニットの発現

西村 俊祐・大濱 武 (高知工科大学)

19. 15:55-16:10

Chlamydomonas reinhardtii の葉緑体における $\alpha 1$ collagen 遺伝子の発現

浅野 公人 大濱 真 中尾 太 大濱 武 (高知工科大学)

20. 16:10-16:25

α イントロンを利用した *Chlamydomonas reinhardtii* における母性ミトコンドリアゲノム消失時期の決定

黒川 さゆり 大濱 武 (高知工科大学)

21. 16:25-16:40

山崎朋人・大濱武 (高知工科大学 基盤工学 物質・環境システムコース)

Chlamydomonas reinhardtii における RNA interference の検証

総会 16:40-17:40

(庶務会計報告, 山中賞選考経過報告, その他)

懇親会 19:00-21:00 司 (はりまや町) 電話 873-4351

1. ハナガゴケの分類学的再検討

佐藤 裕幸・松井 透 (高知大学理学部自然環境科学科)

ハナガゴケはキンシゴケ科キンシゴケ属(*Ditrichum*)に所属する蘚類で、日本および韓国に分布する。Matsui & Iwatsuki (1990)によると、本種は同科のケキンシゴケ属(*Distichium*)の種と、葉の配列以外の形態が酷似していることが指摘されている。

本研究ではハナガゴケの形態形質を詳細に再検討するとともに、分子レベルでの分岐解析を行ない、本種の分類学的位置を明確にすることを目的としている。

光学顕微鏡による形態観察の結果、ハナガゴケは(1) 鞘状の基部から錐状に延びる葉を持つこと、(2) 葉の上部の細胞にマミラを持つこと、(3) 葉腋に糸状の無性芽をつけること、によりキンシゴケ属の他種と容易に区別できる。また走査型電子顕微鏡により朔歯を観察したところ、キンシゴケ属の他種には見られない螺旋配列をした条線を持つことが明らかとなった。これらの形質はケキンシゴケ属の種に見られる形質と一致する。

分子レベルでの解析には、これまでに多くの分類群で塩基配列が決定されている*rbcL*遺伝子を用いることにした。ダイレクトシーケンスを行なう前に、まず遺伝子の多型を調べた。この結果、292塩基の中で163番目においてAまたはGとなる多型が見られた。しかし、このことはごくわずかな違いであることから、ダイレクトシーケンスによる配列決定に支障がないと判断した。現在、ハナガゴケを含むキンシゴケ属3種についてダイレクトシーケンスによる塩基配列決定を開始している。

2. 須崎沖の魚類相 —ウナギ目魚類を中心に—

高知大・理・生物科学 井手幸子

2002年5月から、須崎漁協の協力を得て底曳船で漁獲された魚類の調査を実施している。漁期間は5月から12月までであるが、2年間で22回の調査を行い、19目80科184種を確認した。今回は、特にウナギ目魚類を紹介する。日本産のウナギ目魚類は14科65属158種であり、体は一般的に円柱状で細長い、腹鰭がない、背鰭や臀鰭は軟条で支持され、基底が長くて低く、尾鰭と連続するか尾端部が肉質で終わる、胸鰭はある種とない種があり、比較的高い位置にある、鰓孔は孔状であることを特徴とする。須崎沖では6科13属14種のウナギ目魚類が確認された。それぞれの科と主要な種を解説する。ウミヘビ科ニシギョウアナゴ亜科のセレベスヒレアナゴが土佐湾で初めて記録された。現在、セレベスヒレアナゴは *Mrrophis microchir* (Bleeker) とされているが、*M. microchir* とは異なる可能性がある。

3. 土佐湾産ハゼ亜目魚類の分類学的研究

野川 悠一郎 (高知大・理)

ハゼ亜目は小型のスズキ目魚類で、熱帯から温帯の浅海域を中心に様々な場所に生息する8科約2000種以上を含むグループである。日本からは8科400種以上が報告されている。今回、本研究室所蔵の標本や

採集により新たに得られた標本および文献をもとに、室戸岬から足摺岬までの沿岸域および河口域までを範囲として調査を行った。その結果、土佐湾産のハゼ亜目魚類 3 科 100 種の標本あるいは観察記録を確認した。その中で、未記載あるいは土佐湾からの未記録と考えられる 11 種について報告する。

Platygiobopsis sp. は、鰓髭がないこと、頭部背面に V 字状の耳石がみえること、縦列鱗数と背鰭前方鱗数が少ないこと、頭部感覚管開孔がないことより同属既知種と区別できる。イトヒキハゼ属の 1 種は、本属他種と比べて縦列鱗数が少ないこと、頭部感覚管開孔がないこと、標準体長 25mm 程度で成熟することおよび生息水深帯が深いことなど特異的な形質をもつ。ハゴロモハゼ属の 1 種もまた未記載種と考えられ、口角部上方に明瞭な黒色斑をもつことで区別できる。*Egglestonichthys* sp. および *Obliquogobius* sp. は、日本から初めて報告される属であると共に未記載種と考えられる。その他 6 種についても簡単に紹介する。

4. 徳島県吉野川下流域におけるイセウキヤガラの個体群動態とその生態学的特性 菅原裕子・石川愼吾（高知大・理）・鎌田磨人（徳島大・工）

イセウキヤガラ *Bolboschoenus planiculmis* (T.Schmidt) T.Koyama は汽水域に生育するカヤツリグサ科の植物である。清水（1967）は、イセウキヤガラがシオクグ帯より深い、満潮時には完全に水没するような場所に生育していることを報告し、シオクグ帯以浅に生育するコウキヤガラとの違いを指摘している。また、藤井（1997）はイセウキヤガラの塊茎の越冬を確認し、本種が多年生草本であることを明らかにした。しかし、その個体群の維持機構はもとより、詳しい生態学的特性については不明な点が多い。吉野川の感潮域では、本種がヨシ帯よりも水際の前面にパッチ状の群落を多数形成しており、水域から陸域への推移帯に広がる群落として、この地域の生態系を構成する重要な要素になっている。そこで本研究では、イセウキヤガラの種子の休眠・発芽特性、シュートや地下茎の伸長様式とそれに関わる環境条件との関連性など様々な生態学的特性を明らかにし、吉野川感潮域のイセウキヤガラ個体群の分布とその動態を理解するための生態学的根拠を得ることを目的とした。

1999 年と 2001 年の現地調査によって、イセウキヤガラ個体群パッチの大きさと位置の変動を調べたところ、全体として約 1.7ha から 1.2ha に減少しており、特に河口に近い地域と最上流域で減少率が高かった。中間の地域ではやや増加しており、場所による増減の違いが顕著であった。パッチごとの変化をみると、面積が増減するだけでなく消失したり、結合したりするパッチも多く、河床の洗掘やかぶり堆積の影響を受けやすいことが分かった。また、イセウキヤガラ個体群は流れの影響を受けにくい細粒な堆積物の立地で大きなパッチを形成する傾向が見られた。また、塩分濃度の高い場所や礫質な立地ではシュートの成長が悪く、結実シュート数も減って生産種子数が少なくなっていた。ただし、いずれの環境条件下においても生産された種子は正常に成熟していた。

イセウキヤガラ個体群パッチは、5 月中旬に前年度に生産された塊茎からシュートが出芽することによって形成され始めた。実生は少なく、圧倒的に塊茎由来のシュートが多かった。その後、シュートの根元から地下茎を伸長させてその先端から出芽することによりシュート数を増加させて個体群を拡大した。8 月に入

ると開花結実し始め、10月に地上部と地下茎が枯れて塊茎のみが越冬した。個体群パッチの拡大速度を明らかにするために個体の掘り起こし調査を行った結果、高密度区では1年間に1個体あたり約0.6m、低密度区では約1.5mの根茎が伸長すると推定できた。このことから、たとえ少数であっても塊茎が存在すれば、パッチの拡大や回復がたやすく行われると考えられた。

イセウキヤガラ群落はヨシ群落の下流側など、洪水時に流送されたシルトが堆積しやすい立地に形成されることが多かった。それはこのような立地がイセウキヤガラの定着に適しているためであるが、ヨシ群落内部へのイセウキヤガラの侵入は見られなかった。両種はモザイク状に混在しており、ヨシの密度増加に伴ってイセウキヤガラの密度が低下していた。この原因としてヨシの根元にある密集した細根の存在が考えられた。イセウキヤガラは約6cm、ヨシは約8cmと、両種はほぼ同じ深さの土壌中で根茎を伸長させており、この細根がイセウキヤガラの根茎伸長を妨げていると思われる。また、ヨシ群落内の相対光量子密度は約38%と比較的明るく、イセウキヤガラの生育には問題なかった。

光、土壌粒径、土壌深度、塩分濃度、種子基部切除、硫酸処理、保存条件を組み合わせる種子の発芽実験を行った。しかし、いずれの条件でも発芽が見られず複雑な休眠機構の存在が示唆された。ただし、少数ではあるものの、河床のパッチ内外で実生の生育が確認され、種子による個体群の拡大も行われていた。埋土種子数は場所による差が大きく、有機物量の多い堆積物に多い傾向を示した。しかし、発芽能力を失った種子も多数含まれていた。

異なる土壌（粗砂・細砂）、水位（10cm・-1cm・-10cm）、相対光量子密度（100%・30%・5%）で塊茎由来のシュートの成長実験を行った。その結果、土壌条件の違いによる成長量の違いは小さかった。水位条件においては-1cmで最も成長が良く、密度も高かった。10cm（沈水条件）では他に比べて初期成長は良かったものの、シュートの先端が水面上に達しなかった個体は開花せずに枯死した。このことから、イセウキヤガラは抽水植物であるにもかかわらず、連続した完全な沈水状態には弱いことが分かった。相対光量子密度条件においては30%でもっとも成長が良かったものの、100%の方が安定して成長し密度も高くなった。また5%では実験後半から枯死する個体が多く、着花した個体は全くなかった。

かぶり堆積がシュートの成長に与える影響を明らかにするために、シュートを半分埋没と全部埋没の2つの条件を設定し、さらに埋没時にシュートが損傷を受けた場合を想定してシュートの根元を折ったものを含め計6条件で土壌埋没実験を行った。完全に埋没したシュートや根元を折って半分埋没したシュートは生存できず、その後の回復もみられなかった。また、根元を折らずに半分埋没させた場合には生存が可能であり、シュートの成長も良好であったことから、埋没時にシュートの損傷が少なければ容易に回復することが可能である。

以上の結果を総合すると、吉野川感潮域におけるイセウキヤガラ個体群は、パッチの拡大・消失を毎年繰り返しており、その変動は激しいといえる。塊茎から出芽した地下走出枝とシュートによって、個体群パッチは容易に回復し、塊茎が個体群の維持に果たしている役割は重要である。しかし、少ないながらも実生の生育も確認されており、他の地域への侵入・定着には種子が大きく寄与している可能性が高い。沈水状態や低照度の条件では生育が極端に抑制され、この特性により個体群パッチの拡大が制限されている。イセウキヤガラの個体群が維持されていくためには、ヨシ群落の水際前面に勾配の緩やかな立地が広く存在すること

と、そこではヨシの群落拡大が抑制されるような適度な攪乱が必要であると考えられる。

5. 高知県四万十川における多自然型川づくり施工箇所の植生と植物相の変化 宮田宏美（高知大・理・自然環境）

日本の多くの河川では、治水のための築堤や河道の直線化などの工事が大々的に施された結果、河川の様々な作用で形成される本来の景観や動態が失われてしまった。そこで近年、河川本来の景観や機能をよみがえらせるために全国各地で多自然型川づくりの工事が行われており、高知県中村市四万十川坂本背割堤においても、1995年に多自然型川づくりによる河川改修が行われた。

坂本背割堤は四万十川の河口から6～8kmに位置し、支流の中筋川流域の浸水被害を軽減することを目的に、四万十川本流との合流点を下流側に移動するために作られた。しかし、水衝部に位置しているために洪水による破壊作用を受けやすい。その破壊力を軽減するために巨石の空石積みによる水制が24基作られ、その上に巨石のマトリックスとして河床堆積物が被覆された。水制と水制の間の低水護岸では、コンクリートの護岸を造成した上に伏土されて緑化植物が植栽された。緑化用の植物種としては、水制においては在来種であるツルヨシ、オギ、アキグミ、低水護岸ではこれらのほかにメダケと外来牧草（カモガヤ、オニウシノケグサ、コヌカグサ、ネズミムギ、ホソムギなど）が用いられた。

本研究のねらいは、この場所における多自然型川づくりの目的、すなわち“四万十川の自然植生に近い植物群落と多様な構成種の生育する護岸の造成”という目的がどの程度達成されたのかを明らかにすることである。施工箇所の植生構造および植物相については、1995年から1998年まで追跡調査が行われていたものの、構成種の大きな変化は観察されていなかった。最後の調査から4年経過した今年、さらに追跡調査をすることによって、その後の変化を明らかにすることを試みた。水制9つ分（9スタンド）と2ヶ所の水制の上下流側における低水護岸にベルトを取り、4～6コドラートに分けて植生調査を行った。また、調査地点より約1km上流に存在する、施工されてから約20年近く経過した水制についても植生調査を行った。その結果、以下のことが明らかになった。

水制上の植生は流水による大きな攪乱作用を頻繁に受けており、マトリックスの河床堆積物も流出しやすいため、水制部の植生は低水護岸と接する帯状の部分に集中して発達し、水制先端部から頂部にかけてはほとんど発達していなかった。

水制の上下の低水護岸に設置したベルトにおける植生調査の結果、増水による冠水頻度が高い下段のコドラートでは、全体的に種数が減少した。これは流水による攪乱作用や冠水状態に強いツルヨシやメダケが優占した結果である。中段より上のコドラートでは、優占種であった緑化牧草が激減した結果、全体的に種数が増加していた。帰化率は19コドラート中18コドラート、帰化量率は19コドラート中17コドラートで減少し、その変化量は共に大きかった。帰化量率が上昇したコドラートで増加した帰化植物は、主にセイタカアワダチソウであった。また、低水護岸では木本植物の侵入もみられ、一部では木本植物が優占する群落が形成され始めていた。侵入した樹種で出現頻度が高かったのは、落葉樹ではヨシノヤナギ、アカメガシ

ワ、エノキ、オオバヤシャブシなど、常緑樹ではヒサカキであった。今後、これらの樹種の成長に伴って河畔林に生育する種が増加すると思われる。

上流の古い水制では、坂本背割堤で確認されなかったか極めて少なかったトサシモツケ、ツリガネニンジン、ネコヤナギ、カワラハシノキなど自然性の高い河岸に生育する種が多く確認された。坂本背割堤の植生は自然植生に近い構成種に近づきつつあるものの、この場所と比較すると、四万十川の本来の植生が回復するまでには至っていないと判断できる。

6. 土佐湾に出現するサイウオ科魚類 能津英仁（高知大・理・生物科学）

タラ目サイウオ科魚類は現在世界で 1 属 12 種が知られ、日本からはそのうち 6 種（*Bregmaceros japonicus* サイウオ、*B. nectabanus* トヤマサイウオ、*B. arabicus* インドサイウオ、*B. macclellandii* ミナミサイウオ、*B. neonectabanus* クロハラサイウオ、*B. atlanticus* セイヨウサイウオ）が報告されている。本科は体が細長く、後頭部に 1 本の伸長鰭条をもつこと、腹鰭が著しく伸長すること、基底の長いほぼ同形の背鰭と臀鰭をもつことなどで特徴づけられる。本科の分類は極めて混乱しており、現在分類学的再検討が進められ、日本周辺でも多くの未記載種の存在が確認されている。

本研究では 2000 年 11-12 月に土佐湾の水深 100-200m において中央水産研究所調査船天鷹丸によって夜間に行われた表中層曳きネット（水深 30-60m）で得られたサイウオ科魚類の標本を調査した。その結果、これらを背鰭と臀鰭始部の位置関係および黒色素胞のパターンから次の 4 タイプに分類した：タイプ A、臀鰭始部が背鰭始部より前方に位置し、黒色素胞が一様に分布；タイプ B、臀鰭始部が背鰭始部と同じ、もしくはわずかに前方に位置し、黒色素胞が背側に濃く、腹側に薄く分布；タイプ C、臀鰭始部が背鰭始部と同じ、もしくはわずかに後方に位置し、黒色素胞が背側と腹側部、腹側中央線上に分布；タイプ D、臀鰭始部が背鰭始部よりわずかに後方に位置し、黒色素胞が背側と腹側縁辺に分布。さらに、各タイプの計数および計測形質を中心に既知種との比較を行った。

7. 摂餌様式から見たトゲウオ目魚類の多様性 高田陽子（高知大・理）

タツノオトシゴなどが含まれるトゲウオ目魚類は寒帯から熱帯域にかけて分布し、11 科 71 属約 260 種からなる。今回は摂餌様式から見た本目魚類の多様性について、内部形態を交えながら紹介する。

本目魚類は一般に長い吻をもつが、その伸長の程度は様々で、食性もプランクトン食から魚食まで幅が広い。摂餌方法には以下の 4 タイプが認められる。“トゲウオ型”にはトゲウオ科、シワイカナゴ科、クダヤガラ科が含まれる。吻は比較的短く、上顎を前方に強く突出させることができる。“ベントス型”はウミテング科のみで代表される。本科魚類は海底を這いまわり、口を下方に突出させて底生生物を食べる。“丸

のみ型”には体長1mにも達するヘラヤガラ科とヤガラ科が含まれ、これらは魚類などを丸のみにする。小さなプランクトンを吸い込む“ピペット型”には、サギフエ科、ヘコアユ科、カミソリウオ科、ヨウジウオ科が含まれる。ピペット型は「吸引」という機能では単一である。しかし、サギフエ類（前2科）とヨウジウオ類（後2科）では摂餌に関わる骨格系・筋肉系要素に違いがあり、同じ型が平行的に出現した可能性がある。

8. トロポニンCスーパーファミリー遺伝子の進化過程におけるイントロンの変遷 湯浅ジュリー創（高知大・理・物質科学）

トロポニンC (TnC) スーパーファミリー遺伝子群は基本的に5つのイントロンを持ち、その内4つ（第1、2、3、5イントロン）の挿入位置は分子種間でも高度に保存されている。一方で第4イントロンのみは分子種間・内で頻りに挿入位置の相違が観察される。これに対し演者はこれまで主に TnC の遺伝子構造の比較から「ファミリーの共通祖先遺伝子には第4イントロンは存在せず、各分子種の進化過程で独立に獲得されてきた」との仮説を提唱してきた。もしこの仮説が正しいとするならば、ファミリー内の TnC 以外の分子種の遺伝子においても、系統樹の根に近い部分から分岐した動物群、いわゆる原始的な動物における第4イントロンの不在、或いはこれまで他生物種で報告のない位置への挿入が見られると予想される。今回はカイメン、イソギンチャク、及びウニのカルモジュリンの遺伝子構造の比較を加え、上記の仮説について検証する。

9. ソードテールの長いソードは何のためにあるのか 木下文・種田耕二（高知大・理・自然環境）

メキシコ産の熱帯魚ソードテールフィッシュ（ソードテールと略する）のオスはオスに対しては闘争を行い、メスに対しては求愛行動を示す。オスとメスは容易に判別できるが、それはオスでは尾ビレの下部が異常に伸び、非常に目立ついわゆる「ソード（剣）」となっているからである。一般にメスのほうがオスより体は大きく、メスのうちで2~3回子供を産んだものは性転換してオスになり、ソードを伸ばす。オスのこの目立つ長いソードは何のためにあるのだろうか？

アフリカ産のコクホウジャクという鳥のオスは異常に長い尻尾を持っている。これはメスがより長い尻尾をもったオスを選択するという「性選択」という考え方で説明される（アンデルセン,1981）。ソードテールの場合もコクホウジャクと同様に長いソードのオスをメスが選択することでもたらされると考えるのは自然なことである。しかしソードテールのメスにソードのあるオスとソードを切除したオスを見せ、どちらを選択するかを調べたヒーメンス（1966）の実験によれば、必ずしもソードのあるオスを選択するとは限らないことが分かった。それでは、オスのソードはカブトムシの角などのような闘いの武器あるいは強さを誇示するシンボルとして機能しているのだろうか。それを確かめるとともに、オスの求愛行動についても調べ

る目的で以下の実験を行った。

まず、観察個体（オス）と！オスのみ、”オスと大きな餌場、＃オスと小さな餌場、\$オスとメスという4つの異なる状況下で15分間の平均攻撃回数を測定した。その結果、\$での攻撃回数が最も多く、”では逆に攻撃回数は減少した。この実験より、このような状況においては攻撃行動はメスをめぐる争いの際に一番大きいことが分かった。ただし、オスの空腹の具合、配偶者を求める動機づけの大きさなどにより多少の変動はありうるので、必ずしもこれがいつでも成り立つかどうかは不明である。

次にオス8個体をそれぞれ個体識別し、任意の2個体を選んで同一水槽内に入れ一定時間闘わせて優劣を記録した。このような実験を全ての組み合わせで行い、優劣を決めるものは何かを調べた。その結果、体高あるいは体の大きさ（標準体長×体高）が大きいほう、あるいは攻撃回数が多いほうがほぼ優位になることがわかった。全長、標準体長、体高/体長比、ソードの長さ、尾ビレの黒帯の長さなどは優劣にほとんど関係していなかった。この結果はオスのソードが武器としての働きあるいは強さを誇示するシンボルとして機能しているという考えを否定するものである。優劣にソードが関係していなくても闘いを起こす要因としてソードが機能していることは十分考えられる。そこで、ソードを除去したオスに対する行動を調べたところ、除去前に比べて攻撃頻度は半減したものの、攻撃行動は消失しなかった。またメスにシリコンラバー製の人工ソードを付加しても攻撃行動は現われなかった。この2つの事実はオスの攻撃行動には相手の行動が重要であり、ソードが攻撃行動の不可欠の要因ではないことを示している。オスのソードを取り除くと攻撃行動が半減することから、ソードには攻撃行動を増強する効果があるように思える。そこで、体の大きさに対するソード長の比の異なるいくつかの個体で、攻撃頻度を調べると、ある値以上では攻撃頻度はこの比に依存した。すなわち、長いソードには攻撃を増強する効果があると思われる。

一方、ある大きさ以上のオス個体に対して、時には攻撃ではなく求愛行動を示す場合があった。しかも求愛行動を示したのは常に自分より体が大きい個体に対してであった。メスにシリコンラバー製の人工ソードを付加しても、付加前とほとんど変わらない求愛頻度を示したことから、ソードは求愛行動には何も影響を与えていないと考えられる。ちなみに攻撃行動を起こさせる大きさのオスのソードを切除しても求愛行動を示すようには決してならなかった。

以上から、オスの長いソードは攻撃行動を増強する効果はあるが、それだけで攻撃行動を引き起こす鍵刺激となっているのではないと考察した。もう一つの可能性として、長いソードのオスが捕食者の攻撃を受けにくいという考えもあるかも知れないが、捕食者から保護される対象となるのはたいていメスのほうが多いという点を考慮すると、あまり受け入れられないだろう。いずれにせよ、オス特有の長いソードはメスによる性選択の結果でも、オス同士の強さの誇示でもないだろうということだけは分かった。

10. ムナグロの越冬 田中正晴 （高知野鳥の会）

渡り鳥には、夏を日本で過ごす夏鳥、冬を日本で過ごす冬鳥のほか、日本を渡りの中継点とする旅鳥があ

る。シギ・チドリ類で旅鳥のムナグロが1羽、2000年～2001年の冬季、高知市で越冬した。渉禽類と総称されるシギ・チドリ類は、干潟や水田などの湿地を主要な生息地とし、その多くがこの旅鳥に属する。日本で旅鳥が観察できるのは、主として春と秋の渡りのシーズンである。ムナグロは6月ごろツンドラ地帯で繁殖し、冬季はオーストラリアまで渡ってすくすく。その渡りの途中、春と秋に全国的に渡来する。また父島などの小笠原諸島の南部や沖縄以南の南西諸島では定期的に越冬している。高知県へも春と秋の渡りの時期に、平野部で湿地状態がある耕作地に渡来する。冬季にムナグロが観察された例はあるが、特定の個体が一冬を高知県で過ごしたのが確認されたのは、今回が初めてである。

11. 肺吸虫属の分子系統地理学

石上盛敏・吾妻健（高知医科大学大学院医学研究科環境保健学教室）

肺吸虫は、ヒトをはじめとする哺乳類を終宿主とし、淡水性の貝やカニを中間宿主とする人畜共通寄生虫である。本虫はオーストラリア大陸と南極大陸を除く全ての大陸に広く分布し、現在50種が報告されている(Blair ら、1999)。日本からはこれまでに5種 (*Paragonimus westermani*, *P. miyazakii*, *P. ohirai*, *P. iloktsuenensis* および *P. sadoensis*) が報告されている。ヒトへの感染は、本虫の被嚢幼虫（メタセルカリア）に感染したサワガニやモクズガニを、十分に加熱調理せずに食べることで成立する。また、野生のイノシシ肉を刺身で食べて集団感染した例が、九州から報告されている(Miyazaki ら、1978)。この発見によりイノシシが本虫の待機宿主となることが明らかになった。

肺吸虫の系統分類はこれまで主に、メタセルカリアと成虫の形態学的特長に基づいて行われてきた。しかし近年、本虫には数多くのシノニムが存在していることが明らかになってきた。したがって本虫の系統関係を明らかにし、より正確に分類するためには、形態学的な特徴に基づく手法に加え、分子生物学的手法を用いて総合的に判断することが重要である。近年われわれの研究グループが明らかにしてきた研究成果の一部を報告する。

アジアに広く分布する *P. westermani* は、オランダの動物園で死亡したインド産ベンガルトラからはじめて報告され、その後アジア各国から報告された。日本をはじめアジア諸国の *P. westermani* を DNA レベルで解析した結果、非常に多くの種内変異が観察された。例えばミトコンドリア DNA の CO1 遺伝子の塩基配列を用いて系統樹解析を行ったところ、日本、韓国、中国本土に分布している北東アジア集団とタイ、マレーシア、フィリピンに分布している東南アジア集団とでは、遺伝的に非常に離れていることが明らかとなった。これらの DNA 塩基配列の相違は最大13%（日本とタイ）であった(Iwagami ら、2000)。残念ながらインド産 *P. westermani* に関しては、まだ調べられていないが、最近インドの南東に位置するスリランカから *P. westermani* と思われる虫体を得ることに成功した。この成虫は形態学的には *P. westermani* の特徴を持っているが、DNA 塩基配列は日本産の個体と20%の相違が観察された。さらに系統樹を作成したところ、スリランカ産の肺吸虫は、*P. westermani* と *P. siamensis* からなるクラスターの基部に位置した。この結果からスリランカ産の肺吸虫は非常に古いタイプの *P. westermani* と考えられた。一方、*P.*

siamensis は *P. westermanni* から二次的に種分化した肺吸虫であると推察された。今後はインド産 *P. westermanni* を解析する予定である。もしインド産の *P. westermanni* がスリランカ産の肺吸虫に近縁であれば、今後日本をはじめとする北東アジアの *P. westermanni* の種名変更が必要になるかもしれない。

12. 白鳳丸航海によるウミアメンボ研究 ○原田哲夫・高井統（高知大・教育・環境生理）

外洋性ウミアメンボ5種 (Andersen & Polhemus 1976)のうち *Halobates sericeus* は 10° - 40° N の広い緯度範囲に生息し、季節適応能力を持つ可能性がある (Andersen 1982)。本研究では、東京大学海洋研究所所属・白鳳丸による航海 KH-02-1 (2002年5月7日-6月7日)に参加、Neuston netにより3ノットで15分間の曳網を北緯27-33度、東経124-130度の範囲、18ポイントで行い、*Halobates* 属の生息分布を探った。*H. micans*, *H. germanus*, *H. sericeus* の3種が採集された。最も小型の *H. sericeus* はすべてのポイントで採集され、広い生息範囲が確認された。

一方、*H. micans*, *H. germanus* は北緯29度以南で主にその生息が認められ、今回の同時期広範囲調査によって、日本近海における3種の生息域の違いを初めて明確に示した。

上記の調査で採集した個体を長日(14.5時間明期-9.5時間暗期:14.5L-9.5D)または短日(10.5L-13.5D)のいずれかの条件で飼育し、飼育開始から3週間後の時点で行動、生殖、生存率などの形質への光周期の影響を調べた。両条件区で交尾行動や産卵が観察された。生存率にも有意な差はなかった。独特の静止集合行動(複数の個体が静止して互いの中肢、または前肢をつないでスカイダイバーのような集団を形成する行動)は(50分間観察記録)短日区(38回)で長日区(19回)より多く見られた(χ^2 test, $P<0.01$)。また、集合行動に参加した個体数は長日区で平均2.16で短日区の2.47より少ない傾向にあり(χ^2 test, $P=0.09$)、雄、雌共に集合行動に参加することが観察された。比較的高緯度に住む個体群は、秋から冬にかけて集合行動を頻繁に行うことで、個体群の密度をより高くしていることが想像できる。秋から冬にかけて、夏期に比較して捕食圧や餌に出会うチャンスが少なくなる(共食いで生き延びる可能性)ことと関係しているのかも知れない。

13. イセエビのプエルルス幼生による人工海藻への着定場所選択 金井塚太郎（高知大・理）和田哲・大野正夫（高知大・海洋センター）

はじめに：夏場に孵化したイセエビのフィロゾーマ幼生は、約10ヶ月間の浮遊生活を経てから、プエルルス幼生に変態して、沿岸域の海藻類などに着定するとされている。しかし、イセエビのプエルルス幼生は全身が透明であり、非常に見えにくいため、野外での観察例がほとんどなく、プエルルス幼生がどのような海藻に定着するのかということは良くわかっていない。海藻類がシェルターとして用いられるなら、全身が赤みがかったプエルルス幼生は、海藻の色に基づいて着定場所を選択しているかもしれない。そこで

本研究は、海藻の色がプエルルス幼生の着定海藻選択に及ぼす影響について調べることを目的とする。

方法：幅 5 cm、長さ 40cm のビニールテープ（荷造り用）十本程度を半分に折り、折り目で束ね、それを釣り用の重りに結んだ。ビニールテープは、プエルルスが付着しやすいように、縦に裂いた。色については赤、緑、白の 3 色を用意し、そのうち、2 種類の人工海藻を水槽（プラスチック製の飼育水槽）に沈め、翌日、プエルルスの付着した人工海藻の色を記録した。試験個体は 1 つの水槽につき、1 匹ずつとした。

結果と考察： プエルルス幼生の全期（全くの透明な状態から稚エビになって、海藻を離れるまで）を通して、明らかに、色の選好性が認められた。赤と緑の人工海藻を一つの水槽に入れた時、試験個体中、23 匹中全てが、赤の人工海藻中に着定した。またプエルルス幼生の初期から稚エビになるまで観察を続けたが、その間、色の選好性に変化は見られなかった。赤と白の場合も、全ての個体が赤の人工海藻に着定した。一方、緑と白の人工海藻の場合、選好性は特に見られなかった。プエルルス幼生は、稚エビになる際に脱皮をするが、この直前に海藻を離れ、石の隙間やブロックなどに入り、稚エビになってからは人工海藻に付着しなかった。また稚エビは、ブロックの色（赤、青、黄、白、黒、緑の 5 色）に対して、明瞭な選好性を示さなかった。

以上のことより、プエルルス幼生は、自らの保護色となるような、赤色の海藻を定着場所として選択することが示唆された。体色変化に伴い外敵に発見されやすくなり、捕食の危険性が増加するならば、プエルルス幼生にとって将来保護色となる色のシェルターを選択しておくことは、生存にとって有利なのかもしれない。プエルルス幼生は、マクサ（赤色）などのテングサ類の海藻に定着することが経験的に知られているが、本研究はこの観察を、色に対する選好性という観点から支持したものと見える。

14. *Anthopleura* 属のイソギンチャク 2 種における繁殖様式と闘争反応の比較

高橋 真智子（高知大・農）・樋口 真理可（高知大・理）・

和田 哲（高知大海洋センター）

ヨロイイソギンチャク *A. uchidai*, ヒメイソギンチャク *A. asiatica* は高知県沿岸の潮間帯域に多産する *Anthopleura* 属のイソギンチャクである。両種ともに放卵放精による有性生殖と、分裂による無性生殖（クローン繁殖）という 2 つの繁殖様式が確認されている。しかし、野外において、2 つの繁殖様式がどの程度行われているかを調べた研究例はほとんどない。一般に、イソギンチャクが他個体と接触すると、周辺球による攻撃行動などの闘争反応が観察されるが、クローン個体同士では闘争反応は起こらない。闘争反応の勝敗を決定する要因はなんだろうか。ヨロイイソギンチャクとヒメイソギンチャクには繁殖様式や闘争反応にちがいがあのだろうか。本研究では両種の分布パターンを野外調査するとともに、野外個体群を用いて同種内での闘争を観察し、比較した。

2002 年 9 月、高知県中部に位置する五色の浜の潮間帯で 1 時間半探し、その分布を記録した。個体間距離はその個体から見て一番近くにいる個体までの距離を測った。そのうちヨロイイソギンチャクは約 50 個体、ヒメイソギンチャクは約 100 個体採集し実験に用いた。採集したイソギンチャクはタイルに定着さ

せ、口盤径を計った。そのあと2個体を近づけその行動を観察した。

ヨロイソギンチャクは岩の割れ目に、ヒメイソギンチャクは直径20cm~60cmほどの転石の裏に付着していたが、両種とも他個体との距離は近いものが多かった。ヨロイソギンチャクで実験を行った結果、潮間帯で個体間距離が20cm以内と非常に近い距離にあった個体同士では5例中5例、20cm以上の離れた距離にあった個体同士でも15例中15例、闘争反応が起こり、どちらか一方が逃げ出したりちぢんだりした。また、闘争反応が見られた実験のうち、大きな個体が勝った例が15例中9例、固定個体が勝った例が17例中12例、周辺球を出した個体が勝った例が11例中10例だった。ヒメイソギンチャクで実験を行った結果、個体間距離が20cm以内のもの同士で闘争反応が見られたのは11例中4例で、20cm以上のものでは27例中26例で闘争反応が見られた。また、大きな個体が勝った例が33例中24例、固定個体が勝った例が10例中6例、周辺球を出した個体が勝った例が12例中9例だった。

以上のことから、ヨロイソギンチャクでは、個体間距離が20cm以内と近い距離にある個体同士でもクローンである割合は低く、繁殖に有性生殖が多く用いられることが示唆された。一方ヒメイソギンチャクでは、20cm以内の近い距離であればクローン個体である割合が高く、繁殖に無性生殖が用いられることが示唆された。また、大きさや固定・移動、周辺球の表出が闘争反応の勝敗に関係していると考えられる。

15. 高知市及び周辺地域の帰化植物

内藤麻子（高知大学理学部自然環境科学科）・田中伸幸（高知県立牧野植物園）

高知県産の帰化植物については昭和13年発行の「土佐の博物」第六号による、大久保一治氏の「土讃線開通当時の高知県産帰化植物」を初めとして、山中二男教授の「高知県の植生と植物相」や、赤沢時之教授の「高知県産帰化植物」が1978年に発行されており、その他にも短報として幾つかの報告がなされている（堀内1983, 赤沢1978, 宮崎1983）。しかし、それ以降高知県産帰化植物に関する報告はない。本研究では高知市を中心とし、その周辺市町村にて帰化植物の採集調査を実施した。その結果、これまでに多くの高知県新産種が発見された。今回、高知県に新たに自生が確認された帰化植物について報告する。

採集地は環境省の都道府県別メッシュマップの3次メッシュを単位とし、高知市、春野町、土佐市、須崎市、南国市、吉川村から輸送施設（空港、港湾施設、宅急便営業所等）付近、造成地、放棄水田、観光地などを重点的にサンプリングを行い、自生が確認された種につき1点以上の証拠標本を作製した。採集総標本数は1155点で、そのうち帰化植物の標本数は699点あり、帰化植物種数は180種であった。このうち、高知県新産種として記録された帰化植物が38種確認された。これらの新産帰化植物の侵入経路として、園芸栽培からの逸出、輸送機関を介した侵入、種子の混入した土の造成地への移動等が考えられる。現在、須崎市以西にむけて高速道路の建設とともに造成地の形成が進み、帰化植物が侵入し定着しやすい環境が増加している。今後、より多くの帰化植物の侵入と分布域の拡大が予想され、引続き標本採集等の継続的な資料収集と追跡調査が必要である。

16. 高知県に産するヤマムユガ科
中山紘一

	個体数	発生時期	分 布・その他	幼虫の食樹など
ヤマムユガ亜科 (ヨナグニサン族) シンジュサン <i>Samia cynthia</i>	少	5～6月 8～10月 (年2回発生) (山地では1回)	平地～山地 高知県全域 (卵越冬)	シジュ、コナギ、キナギ、ヌギ、コナ、 クス、ゴンズイ、ナギナギ など *ヒマサン(エリサン)は飼 育のみ
(ヤマムユガ族) ヤマムユ <i>Antheraea yamamai</i> (やまご、てんさん)	普	8～10月	平地～山地 高知県全域 (天蚕糸がとれ る。飼育あり) (卵越冬)	クスギ、コナ、カシ、ウバメガシ、 リンゴ、サクラなど *サクサン <i>A. pernyi</i> は 飼育のみ(コナ)
ヒメヤマムユ <i>Caligula boisduvalii</i>	普	9～10月	低山地～山地 (卵越冬)	ブナ科、バラ科、スイカズラ科、 ミズキ科、カエデ科、クルミ科など (広食性)
クスサン <i>Dictyoploca japonica</i> (てぐすさん)	普	9～10月	平地～低山地 高知県全域 幼虫はシカク、ク、 クシなどの名がある (卵越冬)	ブナ科、クルミ科、ヤナギ科、ニレ科、バ ラ科、ウルシ科、イチヨウなど(きわめ て広食性) 繭は「すかしだわら」
クロウスタビガ <i>Rhodinia Jankowskii</i>	希	9～10月 (発生時期短い)	山地(局地的) 物部村(別府峡、 西熊林道) (卵越冬)	キナギ(狭食性)
ウスタビガ <i>Rhodinia fugax</i>	少	10～11月 (発生時期遅い)	低山地～山地 (やや局地的) 香北町、物部村、吾北村、 本川村、大正町など (卵越冬)	ブナ科、カエデ科、バラ科、ニ レ科、カバノキ科 繭は「やまかます」

	個体数	発生時期	分 布・その他	幼虫の食樹など
オナガミズアオ Actias gnoma	希	5～6月 7～8月 (年2回発生)	低山地～山地 (やや局地的) 物部村、吾北村、池川町、 吾川村、本川村など (蛹越冬)	ハノキ属 (狭食性) 成虫はオオミズアオと 区別しにくい
オオミズアオ Actias artemis	普	5～6月 7～8月 (年2回発生)	平地～山地 高知県全域 (蛹越冬)	ブナ科、バラ科、かばノキ科 (広食性)
エゾヨツメ亜科 (エゾヨツメ族) エゾヨツメ Aglia tau	少	4～5月	低山地～山地 (蛹越冬)	ブナ、クリ、コナラ、カシ、かばノキ、 ハノキなど

17. マゼランペンギンに認められた鳥マラリアの DNA による種判別 穴井 直博 (高知県立のいち動物公園)

当園繁殖個体と新規搬入個体のマゼランペンギン(*Spheniscus magellanicus*)の成鳥2羽に鳥マラリア原虫(*Plasmodium* sp.)の感染を認めた。元気・活力が低下し、著しい貧血などの臨床症状を呈した。抗マラリア薬のクロロキン塩基とプリマキン塩基で治療を行ったところ、症状は回復し、末梢血液からも鳥マラリア原虫は確認されなくなり、1例は治癒したが、もう1例は死亡した。鳥マラリア原虫の赤内型形態は2例とも鶏マラリア(*Plasmodium juxtanucleare*)に類似していた。しかし、ペンギンにおいて、これまで鶏マラリアの感染報告は無く、新種の鳥マラリアである可能性も否定出来なかったため、感染血液を用いて DNA による鳥マラリア原虫の種判別を行ったところ、鶏マラリアと最も高い相同性を示し、赤内型形態の結果と一致した。

当園における鳥マラリア原虫の由来や媒介蚊は不明であるが、飼育下ペンギンにおいて鳥マラリア感染が成立した可能性は極めて高いと思われる。鶏マラリアは国内に広く分布しており、今後は蚊のコントロールが必要と考える。

18. 単細胞緑藻 *Chlamydomonas reinhardtii* の葉緑体を用いた有用タンパク質の発現系の構築：コレラ毒素Bサブユニットの発現
西村 俊祐、大濱 武（高知工科大学）

外来タンパク質の発現の場として葉緑体が注目されている。葉緑体は、形質転換体の核ゲノムでよく見られるような、外来遺伝子に対するジーンサイレンシングやポジショナルエフェクトがまだ報告されておらず、ゲノムのコピー数の多さから、外来タンパク質の高い発現が見込まれる。それに加えて、一般に葉緑体は母性遺伝するために、花粉の成熟過程でその DNA は失われ、野生型との交雑による遺伝子の拡散防止を最小限にとどめる環境的な手法であると言える。そこで、本研究では、単細胞緑藻の *Chlamydomonas reinhardtii* の葉緑体を用いて、既にタバコでの発現が確認されているコレラ毒素 B サブユニット(CTB)タンパク質の発現とその蓄積量の検討を行っている。

Chlamydomonas は、生育が早く(十分な光と炭素源を与えると 10 時間程度で倍化)で、また古くから遺伝学の研究に用いらており多様な突然変異体の蓄積があり、その供給体制も整備されている。3 万株を超える EST ライブラリーの構築、葉緑体、ミトコンドリア、核ゲノム DNA 配列の決定がなされたことで、分子遺伝的なリソースが更に強化された。また細胞当たり、一つしかない葉緑体は、細胞の容量の 6 割以上を占めており、陸上植物の葉緑体に見られるような RNA エディティングもないために、外来遺伝子導入の場として適していると考えている。現在、コドン使用を葉緑体に適合させた CTB 遺伝子の導入を終え、発現量をイムノブロットング法により解析している。

19. *Chlamydomonas reinhardtii* の葉緑体における
Ⅰ collagen 遺伝子の発現
浅野 公人 大濱 真 中尾 太 大濱 武（高知工科大学）

モデル生物である単細胞緑藻の *Chlamydomonas reinhardtii* (以下 *C.r*) は核以外にも葉緑体やミトコンドリアへも外来遺伝子の導入が可能である。

導入遺伝子として選択した collagen に関しては、タバコの葉緑体での報告がすでになされてはいるが、その発現蓄積量は少ない。本研究では培養が容易であり、増殖速度も陸上植物に比べ圧倒的に速い *C.r* の葉緑体を発現の場とした場合、どれほどの発現蓄積があるのかを検証することを目的としている。また葉緑体内でコラーゲン分子に特異的な立体構造である三重螺旋構造が再現できるかについても検証する。

20. α イントロンを利用した *Chlamydomonas reinhardtii* における
母性ミトコンドリアゲノム消失時期の決定
黒川 さゆり 大濱 武（高知工科大学）

□ 多くの真核生物において、オルガネラの片親遺伝が確認されている。ヘテロリックな生殖を行う単細胞緑藻 *Chlamydomonas reinhardtii* においても、栄養増殖細胞が mt+(雌)・mt-(雄)それぞれの配偶子へと誘導されて接合を行うが、葉緑体ゲノムは mt+(母性)株由来であり、ミトコンドリアゲノムは mt-(父性)株由来であることが古くから知られている。しかし、これらの片親遺伝の機構については未だ不明な点が多い。葉緑体に関しては、蛍光顕微鏡観察と PCR 法を用いた解析により、接合子の形成後約 60 分から 90 分の間に mt-株のゲノムが消化されることが報告されているものの、その引き金となる要因や DNA 消化酵素については解明されていない。ミトコンドリアに関しては、葉緑体のように接合直後ではなく、かなり後期に消化が行われると考えられているが、この時期には接合子の成熟が進み、細胞壁が厚くなることから顕微鏡観察が不可能なため、mt+株ミトコンドリアゲノムの消失時期は明らかにされていない。*Chlamydomonas reinhardtii* には、近縁種で異種間接合が可能な *Chlamydomonas smithii* が存在するが、*Chlamydomonas smithii* のミトコンドリアのみに、 α と呼ばれる Group I イントロンが存在することが確認されている。そこで本研究は、*Chlamydomonas reinhardtii* の mt-株と、*Chlamydomonas smithii* の mt+株を接合させ、接合子 1 細胞を経時的に分離したものを鋳型とした PCR を行い、どの時期に接合子から α イントロンが検出されなくなるかで、mt+ 株ミトコンドリアゲノムの消失時期の検証を行ったものである。

21. *Chlamydomonas reinhardtii* における RNA interference の検証 山崎朋人、大濱武 (高知工科大学 基盤工学 物質・環境システムコース)

Chlamydomonas reinhardtii は、その核ゲノムやオルガネラに対して形質転換が行えることが確認されている唯一の単細胞緑藻で、分子生物学的なリソースの整備が進んでいる唯一の藻である。そして、その生育速度の速さ、培養のコントロールのしやすさからも、*Chlamydomonas* の細胞質や葉緑体が有用タンパクの発現の場として注目されている。

しかし、この *Chlamydomonas reinhardtii* の核ゲノムに外来遺伝子を導入した場合、陸上植物でもよくみられる epigenetic gene silencing によって、外来遺伝子の発現が抑制されることが報告されている。この現象では、導入した遺伝子特異的なメチル化の存在や、RNA interference の存在が確認され、silencing 解除株を解析することでいくつかの原因遺伝子は特定されたが、いまだにその詳しいメカニズムと前後関係は解明されていない。また、この機構は生物種によってその振る舞いが少しずつ異なることもわかっている。外来遺伝子を *Chlamydomonas* の核に導入し、安定して発現させるためにはこのような機構の解明が必要不可欠である。

そこでわれわれは、epigenetic gene silencing の機構に大きく関わり、様々な生物種において研究が盛んに行われている RNA interference 現象が、*Chlamydomonas* においても誘起されるかどうかを

確認することにした。この研究を通して、*Chlamydomonas* における gene silencing の機構を解明し、かつ藻の核ゲノムへの形質転換のノウハウを蓄積するものである。これまでに、バクテリア由来である spectinomycin 耐性付与遺伝子(*aadA*)を、正方向と逆方向にイントロンをはさんで配置した DNA construct を *RbcS* のプロモーターを用いて発現させることにより、RNA interference を誘起できる系を構築した。