

2007.5

特集号



国立大学法人 高知大学学報

(題字：相良祐輔学長)

## 高知大学学位授与記録第十七号

評価広報課発行

本学は、次の者に博士（学術）の学位を授与したので、高知大学学位規則第15条に基づき、その論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

## 目次

学位記番号	氏名	学位論文の題目	ページ
甲黒博第1号	Ebrahim Abdulla Husain A. Jamali	Study on larval migration of the amphidromous ayu in inlets and estuaries (内湾および河口域におけるアユ幼期回遊に関する研究)	1
甲黒博第2号	平山 健史	Yellowtail ascites virus (YTAV)の病原性に関する分子的基盤の解明	3
甲黒博第3号	村井 政徳	二つの対照的な流動型地すべりの素因と運動像：古第三系神戸層群と四国黒瀬川帯および三波川帯の例を比較して	6

ふりがな	いぶらひむ あぶどうら ふせいん ある じゃまり
氏名（本籍）	Ebrahim Abdulla Husain A. Jamali（アラブ首長国連邦）
学位の種類	博士（学術）
学位記番号	甲黒博第1号
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位授与年月日	平成19年3月23日
学位論文題目	Study on larval migration of the amphidromous ayu in inlets and estuaries（内湾および河口域におけるアユ幼期回遊に関する研究）
発表誌名	
	審査委員 主査 教授 木下 泉 副査 教授 上田 拓史 副査 教授 山岡 耕作 副査 教授 深見 公雄

#### 論文の内容の要旨

The ayu is an amphidromous species with a life span of one year. It spawns in the lower of river, their newly hatched larvae drift downstream to the sea. Thereafter the larvae migrated to the surf zone are almost distributed until migration to upstream. On the other hand, it was found that a part of hatched ayu larvae remained in the estuary without migration to the outside. The objective of present study was to know the significance of distribution of the ayu larva and juvenile in inlets and estuaries. The pelagic and immigrated larva were collected in waters around the Urado inlet, Shimanto and Kakise Rivers with a larva net and seine net, respectively from November 2004 to February 2006. The larvae started to occur in all areas in November with peak abundances in November and December, in the Urado inlet and Shimanto River, respectively. In Urado inlet, the larvae hatched out in the Kagami River were concentrated in inner part of the inlet without being outside and led pelagic life until immigration to the estuaries and remained there until migration to upstream. In the Shimanto River, the larvae were abundant in the estuary, and they moved to shallow waters of estuary until their migration to upstream. These facts suggest that left larvae in the inlet or estuary are not minor but major stocks to support next reproduction. Consequently, it is likely that the ayu born in rivers with wide estuary or inlet perform a passive homing.

## 論文審査の結果の要旨

イブラヒム君の学位論文は、内水面漁業における最有用魚である両側回遊型のアユ仔稚魚の分布生態から、同種の母川回帰の可能性を論じたものである。その内容を以下に要約する。

第1章では、河口に浦戸湾という内湾を持つ鏡川のアユ仔稚魚が、流下後、外海に出ることなく、浦戸湾内で浮遊生活を送った後、すぐに鏡川河口域に集まり、そこを成育場にしながら、そのまま遡上するという母川回遊を行うことを、明らかにした。

第2章では、四国随一の四万十川で孵化し流下した仔稚魚の多くが、河口内に留まり、河口内で長期滞在した後、母川回遊を行うことを明らかにできた。

第3章では、前記二河川での現象を総合的に論議し、河口に内湾もしくは大きな河口域を持つ河川で生れたアユは結果的には母川回遊を行い、効率よい資源維持を行っているという結論を得た。

アユほど研究されてきた魚種はない中で、彼の学位論文での発見は極めて画期的なものである。すなわち、アユの母川回遊の有無は永遠のテーマであったが、今回のアユの根幹を揺るがす発見は、今後、アユの資源管理を行っていく上で、極めて貴重な生態学的知見になっていくことは間違いない。過去、伊勢湾、瀬戸内海などで、大きな河川からの流下仔魚が、膨大な努力にも関わらず、外海では余り採集されなかったことも、今回の彼の研究結果を鑑みて、ようやく納得できるものがある。

今回の彼の研究成果は、けっして新しい手法などに頼らない、地道な野外調査と室内作業のたまものである。アユの根本的な生態学的知見を明らかにしたこともさることながら、研究遂行上で得た多くの経験は、彼の母国での仕事を展開して行く上で、極めて貴重なものになることは間違いない。

さらに、平成19年1月31に開催された公開審査会で効果的な英語発表を行い、質問へも適切に対応できた。

以上から、博士論文としての水準に十分達していると考えられた。

ふりがな	ひらやま たけし
氏名 (本籍)	平山 健史 (栃木県)
学位の種類	博士 (学術)
学位記番号	甲黒博第2号
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位授与年月日	平成19年3月23日
学位論文題目	Yellowtail ascites virus (YTAV)の病原性に関する分子的基盤の解明
発表誌名	
	審査委員 主査 助教授 大島 俊一郎 副査 助教授 峯 一朗 副査 助教授 久保田 賢 副査 教授 川合 研児

### 論文の内容の要旨

ブリ類のウイルス性腹水症は、YTAV を原因ウイルスとする感染症で、1980年代に瀬戸内海の養殖場で発生し、ブリ稚魚の大量死を招いた。しかし、1990年代以降は大きな被害は報告されていない。本ウイルスが魚体内に持続的に感染すること、その宿主域が広範であることがその後の研究で明らかとなり、日和見的な発症あるいは本感染症の再興が危惧されていた。

2006年4月下旬から5月上旬にかけて、高知県のブリ飼育業者においてブリ稚魚の大量死が発生した。死亡魚は腹水症状を伴い、YTAVによる感染症であると考えられた。そこで本研究では、死亡したブリ稚魚からウイルス分離を行い、原因ウイルスの同定および病原性に関わるウイルス遺伝子産物の機能解明を行った。

腹水症状を呈した死亡魚から分離したウイルスは、1985年にブリより分離されたYTAV Y-6株と同様の細胞変性効果を示し、YTAV検出用プライマーを用いたRT-PCRにおいて陽性の結果が得られた。また、分子生物学的分類によって本ウイルスは新規のYTAVであることが明らかとなった。これらの結果から、本ウイルスをYTAV-06と命名し以降の実験に供試した。

まず、YTAV-06の病原性について検討するため、平均体重12.6gのブリ稚魚を用いて感染実験を行った結果、感染7日後で70%の累積死亡率を示した。YTAV Y-6株の最終死亡率は3.3%であったことから、YTAV-06は高病原性YTAVとして今後注目すべき病原ウイルスであると考えられた。

次に、YTAV-06の複製過程について把握するため、real time RT-PCRによるウイルスRNAの発現過程およびウイルスタンパク質の合成過程をYTAV Y-6株と比較した。その結果、ウイルスRNAおよびウイルス構成タンパク質の発現過程はYTAV Y-6と類似していたが、RNA依存性RNAポリメラーゼであるVP1の構造に顕著な違いが認められた。具体的には、YTAV Y-6では100 kDa付近に高分子量および低分子量の2本のバンドが検出されたのに対し、YTAV-06では低分子量のバンドのみ検出された。

YTAV Y-6感染細胞内の高分子量VP1について検討したところ、VP1に単鎖のRNAが結合したVP1-RNA複合体であることが明らかとなった。このVP1-RNA複合体はウイルス構成タンパク質であるVP3と高い親和性を持つことが明らかとなり、細胞内においてVP1-VP3-RNA複合体を形成していることが推察された。VP1-VP3-RNA複合体の機能については不明であるが、YTAV-06感染細胞内に

## 論文の内容の要旨

VP1-VP3-RNA 複合体が存在しないことが、本ウイルス増殖の効率化に影響を及ぼしているものと推察された。

本研究で分離した高病原性 YTAV と非病原性 YTAV を用いることにより、今後さらに YTAV の病原性に関する分子的基盤が明らかになることが期待される。

## 論文審査の結果の要旨

ブリのウイルス性腹水症は YTAIV を原因ウイルスとする感染症で、1980 年代に瀬戸内海の養殖場で発生し、ブリ稚魚の大量死を招いて以来、毎年流行を繰り返している。しかし、YTAIV の病原性や複製能などのウイルス学的性状の詳細は未だに明らかにされていない。そこで、高知県の子リ養殖業場で発生した本症の罹病稚魚から新たに分離されたウイルスを用いて、病原性に関わる分子的基盤の解明を行った。

第 1 章では、YTAIV の分離および同定を行っている。まず、新たに分離したウイルスは、1985 年にブリより分離された YTAIV Y-6 株と同様の細胞変性効果を示すことを明らかにし、YTAIV 検出用プライマーを用いた RT-PCR において陽性であり、分子生物学的分類によって本ウイルスは新規の YTAIV であることを明らかにし、YTAIV-06 と命名、以降の実験に供試している。まず、YTAIV-06 の病原性について検討するため、平均体重 12.6g のブリ稚魚を用いて感染実験を行った結果、感染 7 日後で 70% の累積死亡率が確認され、既知の YTAIV Y-6 株の最終死亡率 3.3% とは明確に異なることから、YTAIV-06 は高病原性 YTAIV として今後注目すべき病原ウイルスであることを明らかにした。

第 2 章では、YTAIV 複製過程を高感度で定量的に検出できる real time RT-PCR 法の確立と抗 VP1 血清の作製を行っている。real time RT-PCR は nested PCR に比べて約 100 倍の検出感度であり、*in vitro* および *in vivo* 試験についても高い再現性が期待できることを明らかにした。また、これまで不明であった VP1 の発現動態を明らかにする為、大腸菌発現系を用いてリコンビナント VP1 を作製し、抗 VP1 血清を作製した。これらを用いて培養細胞内での YTAIV VP1 の発現動態、VP1-RNA 複合体の存在を初めて明らかにし、今後、YTAIV の複製過程を遺伝子レベルおよびタンパク質レベルで詳細に検討することを可能とする評価系を確立した。

第 3 章では病原性の異なる株間におけるウイルス複製過程の比較を行っている。YTAIV-06 の複製過程を把握するため、real time RT-PCR によるウイルス RNA、ウイルスタンパク質の合成過程およびウイルス粒子複製効率を既知の YTAIV Y-6 株と比較した結果、両株のウイルス RNA およびウイルス構成タンパク質の発現過程は類似しているが、YTAIV-06 株感染細胞内では感染期間を通じて VP1-RNA 複合体が検出されないことを明らかにした。また、両株のウイルス粒子複製効率を比較し、感染 15 時間後以降のウイルス粒子量に約 100 倍の差異が認められることも確認している。

以上、本学位論文は、これまで確認されていなかった高病原性のビルナウイルスの単離に初めて成功し、今後、ビルナウイルスの病原性に関わる分子的基盤を明らかにする研究を行う上で重要な材料を確保した。また、本ウイルス遺伝子を高感度で定量できる real time RT-PCR の系を確立し、各種ウイルスタンパク質を検出できる抗体を作製した。これらを用いて YTAIV の強毒と弱毒株間において、VP1-RNA 複合体形成能およびウイルス粒子複製効率に差異が認められることを明らかにした。これらの知見は、YTAIV の病原性機構の解明を大きく進めたものと評価でき、さらには本症の抑制対策の進展に寄与するものと考えられる。本学位論文ならびに学位論文公開審査会の結果を総合的に判断し、全委員一致して本論文が博士(学術)の学位を授与するに値するものと判定した。

ふりがな	むらい まさのり
氏名（本籍）	村井 政徳（京都府）
学位の種類	博士（学術）
学位記番号	甲黒博第3号
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位授与年月日	平成19年3月23日
学位論文題目	二つの対照的な流動型地すべりの素因と運動像：古第三系神戸層群と四国黒瀬川帯および三波川帯の例を比較して
発表誌名	
	審査委員 主査 教授 吉倉 紳一 副査 教授 杉谷 隆 副査 教授 横山 俊治

### 論文の内容の要旨

本研究の目的は、地すべりの規模・移動速度・移動体を構成する物質を異にする古第三系神戸層群と四国黒瀬川帯および三波川帯で発生する流動型地すべりを地質学、および工学的見地から比較し、おのおのの素因と運動像を解明することにある。

神戸層群で発生する流動型地すべりは、 $10^2 \sim 10^4 \text{ m}^3$ 規模と小規模で、軟質粘土化凝灰岩の塑性流動で特徴付けられる earth flow である。この小規模流動型地すべりは、上位に礫岩層、下位に軟質粘土化した凝灰岩層が分布するキャップロック構造を形成する切土斜面で発生する。地すべり移動体は debris flow のように高速で斜面を流下するのではなく、斜面を這うように低速で移動する。そして、発生域から斜面法尻までのかなりの範囲で地すべり移動体がベッタリと斜面にへばりつくように残留しているのが特徴である。このような流動型地すべりの素因は、人為的な切土によって凝灰岩が地表に露出することにより急激に岩盤が劣化したことにある。流動化した地すべり移動体表層部には方解石が析出しており、塩類風化が起こっている。また、冬期間に斜面表層部の地温を測定した結果、深度 10 cm までは気温の影響を受けて氷点下まで地温が低下することが明らかとなり、凍結・融解による破砕が進行している可能性がある。これは、不動域に比べて地すべり移動体から採取した凝灰岩の方が粒度は減少し、塑性指数は増大するという物理試験結果からも裏付けられる。そして、キャップロックのクラック中に涵養された地下水は凝灰岩層へ供給され、凝灰岩層が水に飽和した結果、せん断抵抗は低下する。それが直接的な誘因となって小規模流動型地すべりは発生する。

一方、四国で発生する流動型地すべりは、 $10^4 \sim 10^6 \text{ m}^3$ 規模の中規模のものが多く、ときには  $10^6 \text{ m}^3$  規模の大規模なものもある。移動土塊は基盤岩あるいはその上位に分布する岩屑であり、豪雨を直接的な誘因として発生する debris flow である。本研究では、既往研究では注目されてこなかった流下痕跡に注目して、2004 年台風 10 号豪雨によって徳島県那賀町阿津江で発生した土石流と 15 号豪雨によって高知県大川村で発生した土石流の運動像を明らかにした。

那賀町阿津江では、樹幹への礫の突き刺さり、樹皮の剥げ落ち、樹幹への漂流物の巻き付き、樹幹切断部のささくれの傾動、といった樹木に残存する流下痕跡から土石流末端部における土石流流下方向を推定した。その結果、阿津江で発生した土石流は、対岸斜面への乗り上げた流れ、斜面に乗り上げた土石流が斜面を駆け下った引きの流れ、そして斜面走向に平行な流れの 3 方向の流れが存在したことが判明した。



## 論文内容の要旨

大川村で発生した土石流では、樹幹に付着した泥、溪岸斜面上の立木に突き刺さった小礫・捕捉物、溪岸斜面上に巻き上げられた溪床礫が分布する高さから土石流通過時の洪水位を推定した。調査地のひとつである鈴ヶ谷では、最高洪水位は7 mであった。それに対し、溪床に残存する土石流堆積物の層厚は厚いところでも2 mであった。この事実は、谷を流下した土石流には岩屑よりも水が多く含まれていたことを示唆する。また、洪水位から Manning 式を用いて土石流の流下速度を求めると、鈴ヶ谷では14.9~19.2 m/sであった。

この二つの対照的な地すべりから得られた諸特徴は、今後の地すべり防災対策の策定に大きく貢献するものと思われる。特に、今回得られた高知県の山間部で発生する大規模土石流の運動像を砂防堰堤や河川の護岸工事の設計思想に活かせば、より有効な減災対策を講じることができるものと期待される。

## 論文審査の結果の要旨

当該論文は地すべりの規模・移動速度・移動体を構成する物質を異にする古第三系神戸層群と四国黒瀬川帯および三波川帯で発生する流動型地すべりを地質学、および工学的見地から比較し、おのおのの素因と運動像を解明したものである。神戸層群で発生する流動型地すべりは軟質粘土化凝灰岩が塑性流動する earth flow で、上位に礫岩層、下位に軟質粘土化した凝灰岩層が分布するキャップロック構造を形成する切土斜面で発生する。その規模は  $10^2 \sim 10^1 \text{ m}^3$  規模と小規模である。地すべり移動体は debris flow のように高速で斜面を流下するのではなく、斜面を這うように低速で移動する特徴を有する。このような流動型地すべりの素因は、礫岩層のクラック中に涵養された地下水が、切土によって地表に露出し塩類風化や凍結-融解による破碎を被り劣化した凝灰岩層へ供給され、凝灰岩層が水に飽和しせん断抵抗が低下したことにあることを見出した。

一方、四国黒瀬川帯および三波川帯で発生する流動型地すべりは、 $10^4 \sim 10^5 \text{ m}^3$  規模の中規模のものが多く、中には  $10^6 \text{ m}^3$  規模の大規模なものもある。移動土塊は基盤岩あるいはそれを被覆する岩屑であり、豪雨を直接的な誘因として発生する debris flow である。その運動像・流下速度・洪水位などを既往研究では注目されることのなかった樹幹への礫の突き刺さり、樹皮の剥げ落ち方向、樹幹への漂流物の巻きつき、樹幹切断部のささくれの傾動などの樹木に残存する流下痕跡から明らかにした。

当該論文は一貫して災害現場の踏査結果と採取試料の室内実験データを重視する実証的研究によって、きわめて複雑かつ多面的な現象である「地すべり」・「土石流」の特性を明らかにしたもので、学術上きわめて重要な知見が得られたばかりでなく、同様の地滑りが頻発する黒潮圏諸国における防災・減災対策に大きく寄与するものであり、社会貢献の見地からも高く評価されるべき成果である。よって、博士（学術）の学位を授与するに値する内容を備えた論文であると判定した。