

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	脊椎動物における鋤鼻器官の起源に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	佐久間敦丈
Author(English)	Atsuhiro Sakuma
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11714号, 授与年月日:2022年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:二階堂 雅人,本郷 裕一,廣田 順二,加藤 明,中村 信大
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11714号, Conferred date:2022/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	生命理工学 生命理工学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(理学)
学生氏名： Student's Name	佐久間敦丈		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	二階堂雅人	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

フェロモンとは、動物の体内から放出され、同種他個体がそれを受容することで生殖行動や攻撃行動などの特定の行動が誘起される化学物質であり、同種間の生殖行動に大きく関わることから生物多様性の維持にとって非常に重要な役割を果たしていると考えられている。このフェロモンと匂い物質は嗅覚器によって受容されるが、陸棲四足類と水棲真骨魚類ではその嗅覚器の構造が大きく異なることが知られている。陸棲四足類の嗅覚器は主にフェロモンを受容する鋤鼻器官と、主に匂い物質を受容する主嗅上皮の2つの領域に分化しているのに対し、水棲真骨魚類の嗅覚器は受容物質ごとに分化をしていない。そのため、鋤鼻器官が形成されるような嗅覚器の分化機構は脊椎動物の陸上化に伴って誕生したものと考えられてきた。しかし、近年の研究で水棲肉鰭類の嗅覚器においても鋤鼻器官に相当する領域が存在することが確認され、その分化機構の誕生のタイミングが少なくとも陸上化以前であったことが示唆された。そこで本研究では、鋤鼻器官が形成されるような嗅覚器の分化機構の誕生のタイミング、つまり鋤鼻器官の進化的起源を明確にすべく、肉鰭類よりもさらに祖先的な水棲下位条鰭類の嗅覚器において鋤鼻器官に相当する領域の探索を行った。その探索を行う上で、下位条鰭類の中でも最も祖先的であり、陸棲四足類の嗅覚器構造を想起させるかのように解剖学的に **main olfactory organ (MOO)** と **accessory olfactory organ (AOO)** の2つの領域に分化した嗅覚器構造を有するポリプテルスに焦点を当てた。

まず、本研究ではトランスクリプトーム解析によってポリプテルス嗅覚器を構成する **MOO** と **AOO** の機能推定を行った。その結果、**MOO** と **AOO** はフェロモンや匂い物質の受容機能に関して分化していないことが予想され、ポリプテルスの **MOO** と **AOO** は陸棲四足類の主嗅上皮と鋤鼻器官のような機能分化をしていないことが示唆された。その一方で、**AOO** においては運動性繊毛に関する遺伝子発現レベルが **MOO** よりも有意に高いことが判明した。このことから、**AOO** には運動性繊毛が存在し、それを利用することで外部環境から嗅覚器内部への水の取り込みを行い、匂いやフェロモンなどの受容を効率的に行っている可能性が高いことが示唆された。

次に、蛍光 *in situ* hybridization 法を用いた鋤鼻器官関連遺伝子の発現パターン解析により、ポリプテルス嗅覚器全体を対象にして鋤鼻器官に相当する領域を探索した。その結果、鋤鼻器官関連遺伝子がポリプテルスの嗅覚器の感覚上皮全体で発現している様子が観察され、それらの遺伝子が局所的に発現するような領域は確認されなかった。このことから、ポリプテルス嗅覚器には鋤鼻器官として機能しているような明確に分画された領域が存在しないことが示唆された。その一方で、陸棲四足類の鋤鼻器官に存在するフェロモン受容神経細胞と同様の遺伝子共発現パターンを示す細胞の存在が確認され、水棲下位条鰭類であるポリプテルスの嗅覚器においても陸棲動物において実際に利用されているものと同様のフェロモン受容システムが機能している可能性が示唆された。

以上の結果から、下位条鰭類には鋤鼻器官は存在しないが水棲真骨魚類よりも陸棲四足類に近いフェロモン受容機構を有していることが示唆された。このことから鋤鼻器官の進化的起源は水棲肉鰭類の祖先にあるが、陸棲四足類の鋤鼻器官におけるフェロモン受容システムの基盤は水棲の脊椎動物の共通祖先の段階から徐々に整備され、条鰭類の祖先の段階ですでに成熟していたものと推測された。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	生命理工学 生命理工学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(理学)
学生氏名： Student's Name	佐久間敦丈		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	二階堂雅人	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Pheromones and odorants are received by olfactory organs, whose structure are greatly deferent between terrestrial tetrapods and aquatic teleosts. In terrestrial tetrapods, the olfactory organ is divided into two parts: the vomeronasal organ (VNO), which receives pheromones, and the main olfactory epithelium, which receives odorants. On the other hand, that of aquatic teleosts is not differentiated. Therefore, it has been thought that the mechanism of olfactory organ differentiation emerged with the adaptation to the terrestrial environment. However, recent studies have confirmed the existence of a region corresponding to the VNO in aquatic sarcopterygians, suggesting that the VNO originated prior to terrestrial adaptation. Therefore, to clarify the evolutionary origin of the VNO, searching for a region corresponding to the VNO in the olfactory organs of aquatic basal ray-finned fishes was conducted in this study. In particular, I focused on a basal ray-finned fish, bichir, which is even more ancestral than sarcopterygians and has specialized olfactory organ structures that are anatomically differentiated into two regions (main olfactory organ, MOO and accessory olfactory organ, AOO).

First, the functions of MOO and AOO were evaluated by transcriptomic analysis. The results showed that MOO and AOO are not differentiated with respect to the receptive function of pheromones and odorants, suggesting that neither region corresponds to the VNO.

Next, the expression patterns of genes related to the VNO were observed using fluorescence in situ hybridization to search for regions corresponding to the VNO in the entire bichir olfactory organ. The results showed that there was no region where cells expressing these genes were specifically concentrated, suggesting that there is no clearly differentiated region in the bichir olfactory organ that functions as VNO. On the other hand, cells with gene component similar to those of pheromone-receptive neurons in the VNO of terrestrial tetrapods were found.

These results showed that basal ray-finned fishes have the pheromone receiving mechanism more similar to that of terrestrial tetrapods than to that of aquatic teleosts, although they do not have VNO. This suggests that the evolutionary origin of the VNO was in the ancestor of sarcopterygians, and the pheromone receiving mechanism in the VNO was matured in the ancestor of ray-finned fishes.

VNO : vomeronasal organ, MOO : main olfactory organ, AOO : accessory olfactory organ

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意 : 論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).