HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ソウハチ， ババガレイ， アカガレイの脳外形の比較について
Author(s)	松田，圭史；鳥澤，眞介；平石，智徳 他
Citation	北海道大学水産科学研究彙報，58(1-2)，7-10
Issue Date	2008-05-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/33080
Type	departmental bulletin paper
File Information	58-1.2_p7-10.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北 大 水 産 彙 報
58(1/2), 7–10, 2008.

ソウハチ，ババガレイ，アカガレイの脳外形の比較について

松田　圭史[1),2)]・鳥澤　眞介[3)]・平石　智徳[1)]・山本勝太郎[1)]

(2007 年 3 月 5 日受付，2008 年 2 月 25 日受理)

A Comparative Study of the Brains in Pointhead Flounder *Hippoglossoides pinetorum*, Slime Flounder *Microstomus achne*, and Red Halibut *Hippoglossoides dubius*

Keishi MATSUDA[1,2)], Shinsuke TORISAWA[3)], Tomonori HIRAISHI[1)] and Katsutaro YAMAMOTO[1)]

Abstract

This study examined rational behavior-control method of pointhead flounder (*Cleisthenes herzensteini*), slime flounder (*Microstomus achne*), and red halibut (*Hippoglossoides dubius*) based on a morphological study of their brains.

The specimens were sacrificed and the brains removed. Based on brain morphology, we classified these species as of the 'plaice type'. These species have a large tectum opticum, which suggests that vision is the most important sense governing behavior, based on external stimulation. The olfactory bulb was more developed in the pointhead flounder than the slime flounder and the red halibut, implying the importance of olfaction in the pointhead flounder. We postulate that form vision is more important than motion vision based on the large cerebellum in these species. We conclude that these species have superior vision, and postulate that their visual acuity is important in their behavior. Therefore, we hypothesize that the form of fishing gear is important, and behavior-control techniques that use visual stimuli should be effective in fishing targeting the pointhead flounder, slime flounder, and red halibut.

Key words: Brain, Tectum opticum, Plaice, Habit, Vision

背 景 と 目 的

カレイ科アカガレイ属のソウハチ *Hippoglossoides pinetorum*，カレイ科ババガレイ属のババガレイ *Microstomus achne*，カレイ科アカガレイ属のアカガレイ *Hippoglossoides dubius* は北海道噴火湾における重要種であり，主として刺網や底建網，延縄で漁獲されているが近年，資源量の減少と魚体の小型化が顕著であることから漁具規制や体長制限などの漁業管理が求められている (石戸，1972；若山ら，2006；柳下ら，2006；水産白書，2006)。選択漁獲の技術を考える上で，漁獲対象種の感覚器の発達と行動特性を知ることが必要である。

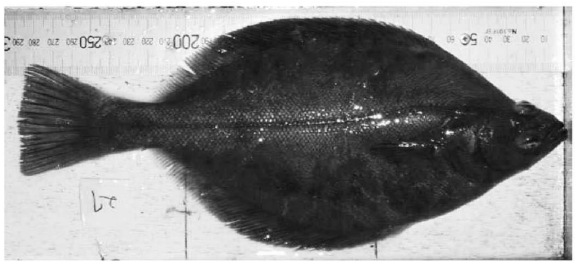
硬骨魚類の脳の形態 (外形および内部構造) は種によって極めて変化に富み，その種の持つ習性を反映している (内橋，1953；Evans, 1940)。脳の外形の多様性は，主として中枢神経系の体性感覚区に起こる局所的な膨大に起因しており，その結果それぞれの種の脳の外形は種固有の生態的地位や外部環境を極めてよく反映することになる (伊藤，2002)。視覚，聴覚，嗅覚，味覚などの感覚の中で，対象種が依存する感覚器を知るには脳の外部形態を観察することが適当である。本研究ではソウハチ，ババガレイ，アカガレイの脳の外部形態から合理的な行動制御手法についての知見を得ることを目的とした。

材 料 と 方 法

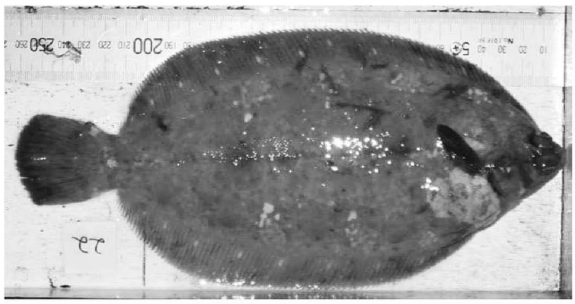
供試魚

全長 240, 288, 335 mm のソウハチ 3 尾，全長 262, 335, 353 mm のババガレイ 3 尾は，2004 年 11 月に北海道茅部郡森町地先の底建網で漁獲されたものを使用した。アカガレイは 2005 年 7–8 月に北海道噴火湾沖で刺網により漁獲された全長 270, 330, 437 mm の 3 尾を使用した。3 種の写真を

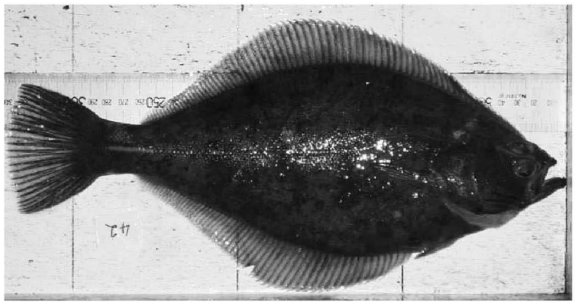
[1)] 北海道大学大学院水産科学院海洋資源計測学講座
(*Laboratory of Marin Bioresource and Environment Sensing, Graduate School of Fisheries Sciences, Hokkaido University*)
[2)] 現在の所属先：独立行政法人 国際農林水産業研究センター 水産領域，〒 305-8686　茨城県つくば市大わし 1-1
(*Japan International Research Center for Agricultural Sciences Fisheries Division, 1-1, Ohwashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8686, Japan*)
[3)] 近畿大学農学部水産学科
(*Faculty of Agriculture, Kinki University, Nara, Japan*)



Pointhead flounder (TL. 288 mm)



Slime flounder (TL. 262 mm)



Red halibut (TL. 336 mm)

Fig. 1. Photographs of individual fish.

Fig. 1 に示す。供試魚は北海道大学大学院水産科学院の実験室内に設置した幅 2 m，長さ 1 m，深さ 0.6 m の角形水槽へ輸送して飼育し，随時実験に用いた。

方法

断頭して即殺した個体をメスを用いて，頭部の皮膚と肉，後頭骨を除去して脳を摘出した。脳各部の名称は伊藤 (2002) に従い，他魚種と比較のために内橋 (1953)，伊藤 (2002) と比較した。

結果および考察

脳の背側面，腹側面，側面から撮影した脳の写真を Fig. 2 の上図に示す。3 種で脳の発達を比較するため，脳の各部位を Fig. 2 の下図に示す方向に計測して，小脳 (cerebellum) の幅を 1 とする相対値で Table 1 に示す。

Evans (1937) は異体類の脳の解剖学的構造を比較し，① sole type，② plaice type，③ turbot type，④ halibut type の 4 つに分類しており，① では終脳 (telencephalon) が膨隆していること，視蓋 (tectum opticum) が小さいこと，② では終脳の大きさは ① より小さく，視蓋が非常に膨隆していること，③ では嗅球 (olfactory bulb) は ①② より著しく小さいが視蓋は膨隆すること，④ では ③ に似るが視蓋が ③ よりも明確に 2 分されていることを挙げている。脳の形態からソウハチ，ババガレイ，アカガレイは ② に属すると考えられる。

過去の研究報告ではウツボ *Gymnothorax kidako*，ナマズ *Silurus asotus*，コイ *Cyprinus carpio* など嗅覚に依存する魚種では他部位に比べて嗅球が膨隆しており，カワハギ *Stephanolepis cirrhifer*，キュウセン *Halichoeres poecilopterus*，ウマヅラハギ *Thamnaconus modestus*，シイラ *Coryphaena hippurus* など視覚が発達した魚種では他部位に比べて視蓋が膨隆する (内橋，1953)。体性筋の固有感覚に優れるニザダイ *Prionurus scalprum* では小脳が膨隆するなどそれぞれ優位に機能する中枢が発達する (伊藤，2002)。供試魚においてはいずれも他部位に比べて視蓋が膨隆しており，外部刺激による行動の発現において視覚が最も重要であることが推測される。ソウハチはババガレイとアカガレイに比較して嗅球が発達していることが観察され，索餌に関して嗅覚の重要性も考えられる。ババガレイでは終脳が他の 2 種に比較して発達していることから，他の 2 種より生態が ① sole type に近いと考えられる。ウシノシタ科タイワンシタビラメ属のクロウシノシタ *Paraplagusia japonica* (左向き) とササウシノシタ科シマウシノシタ属シマウシノシタ *Zebrias zebrinus* (右向き) の両種では海底に面する側が左右逆であり，それぞれ水中に面した側の嗅球と海底側の内耳側線野が膨隆し，脳の一部が左右対称になっていない。これは水中に拡散する物質を受容するためと餌が発する振動の伝導速度は海底の方が早いためとされているが，他の異体類ではこのような関係がはっきりしないと報告されている (伊藤博信・吉本正美，1991)。本研究で実験に用いた供試魚の脳各部位の左右では有意な差は見られなかった。 (paired t-test, $p > 0.05$)

下葉 (lobus inferior) について他の魚種と生態について比較すると，内橋 (1953) は下葉の形態について扁平である魚種 (ニシン *Clupea pallasii*，マイワシ *Sardinops melanostictus*，サンマ *Cololabis saira*) は表層棲であり，視覚を重要な感覚とする魚種において見られること，中位および肥大の魚種 (ホッケ *Pleurogrammus azonus*，マダイ *Pagrus major*，クロダイ *Sparus swinhonis*，イシダイ *Oplegnathus faciatus*，キントキダイ *Priacanthus macracanthus*，スズキ *Lateolabrax japonicus*，ウナギ *Anguilla japonica*，マアナゴ *Conger myriaster*，コイ *Cyprinus carpio*) は夜行性か味嗅覚性が強い傾向があることを述べている。さらに内橋 (1953) は異体類では下葉がソウハチは膨化肥大，カレイ科メイタガレイ属のメイタガレイ *Pleuronichth-*

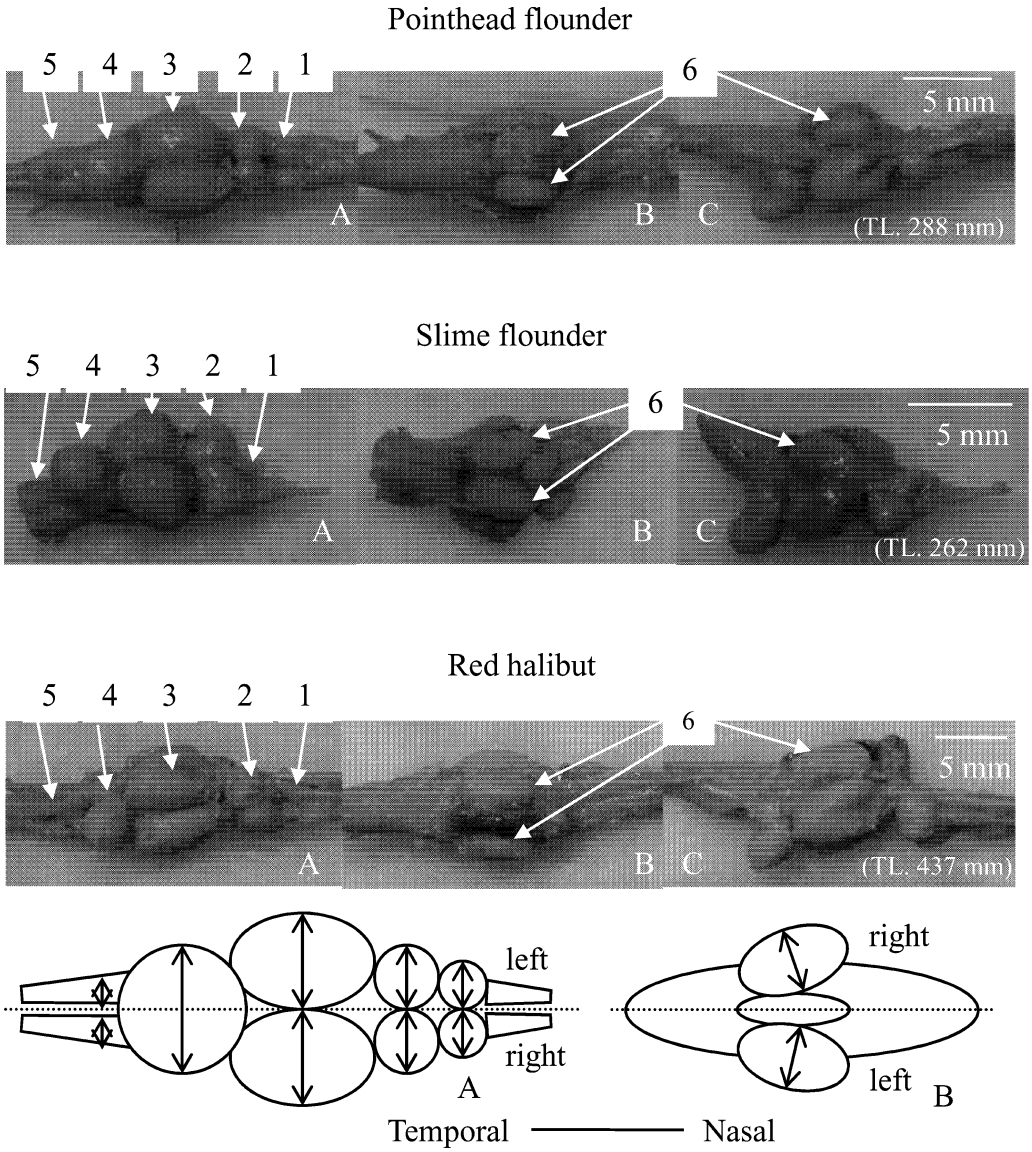


Fig. 2. Photographs showing dorsal (A), ventral (B), and lateral (C) views of brain. 1 : olfactory bulb, 2 : telencephalon, 3 : tectum opticum, 4 : cerebellum, 5 : area octavolateralis, 6 : lobus inferior.

ys cornutus，カレイ科ヤナギムシガレイ属のヤナギムシガレイ *Tanakius kitaharai* では極めて著大で膨化肥大していることを報告している。

本研究では下葉の発達はババガレイでは極めて著大で膨化肥大していること，アカガレイではババガレイ程ではないがソウハチより著大で膨化肥大していることが観察された。夜行性の強い傾向についてはババガレイ，アカガレイ，ソウハチの順であることが考えられる。メイタガレイは夜間の行動は緩慢であるがよく活動し，昼行性と夜行性を併せ持つこと (内橋, 1953) から，ババガレイも同様であると考えられる。実験水槽で飼育観察した限りでは，3 種とも昼夜間共に遊泳活動は活発ではなかったが，水槽が小さかったことと，水温が 5℃ 程度の低温であったことが影響したものと考えられる。

内橋 (1953) は小脳について，ニシンやマイワシなど運動視による視覚索餌を行う魚種ではよく発達すると述べており，ソウハチ，ババガレイ，アカガレイではニシン，マイワシと比較して小脳は発達してないため，ソウハチ，ババガレイ，アカガレイの視覚では運動視より形態視が重要であることが考えられる。

ソウハチ，ババガレイ，アカガレイは視覚中枢が良く発達していることが確認され，その行動に視覚，なかでも視力と形態視が重要であることが推測される。よってソウハチ，ババガレイ，アカガレイを対象とした漁業では漁具の形状は重要であり，視覚効果を狙った行動制御手法は有効であると推察される。

Table 1 Each brain relative size of individual fish.

Pointhead flounder								
	total length (mm)	240		288		335		ave.
	brain	right	left	right	left	right	left	
relative value	olfactory bulb	0.42	0.42	0.38	0.37	0.39	0.38	0.39
	telencephalon	0.73	0.72	0.50	0.50	0.54	0.53	0.59
	tectum opticum	0.93	0.93	0.87	0.88	0.91	0.90	0.90
	cerebellum	1.00		1.00		1.00		1.00
	area octavolateralis	0.35	0.34	0.41	0.41	0.24	0.24	0.33
	lobus inferior	0.54	0.55	0.55	0.55	0.55	0.54	0.55
Slime flounder								
	total length (mm)	262		335		353		ave.
	brain	right	left	right	left	right	left	
relative value	olfactory bulb	0.27	0.26	0.24	0.22	0.14	0.15	0.21
	telencephalon	0.91	0.90	0.76	0.75	0.68	0.66	0.78
	tectum opticum	0.94	0.95	0.83	0.84	0.75	0.85	0.86
	cerebellum	1.00		1.00		1.00		1.00
	area octavolateralis	0.23	0.25	0.28	0.29	0.35	0.34	0.29
	lobus inferior	0.86	0.85	0.83	0.85	0.84	0.85	0.85
Red halibut								
	total length (mm)	270		330		437		ave.
	brain	right	left	right	left	right	left	
relative value	olfactory bulb	0.28	0.26	0.28	0.27	0.26	0.25	0.27
	telencephalon	0.50	0.48	0.49	0.49	0.48	0.47	0.48
	tectum opticum	0.96	0.94	0.94	0.93	0.87	0.89	0.92
	cerebellum	1.00		1.00		1.00		1.00
	area octavolateralis	0.33	0.32	0.28	0.29	0.36	0.36	0.32
	lobus inferior	0.65	0.64	0.65	0.64	0.66	0.66	0.65

謝　　辞

サンプルの手配に尽力いただいた，砂原漁業協同組合の松川一也氏，吉岡弘隆氏，戸井漁業協同組合の松田勇一氏，および同漁協職員の東敬夫氏に感謝いたします。

文　　献

石戸芳男 (1972) 北海道太平洋および東北沖合のババガレイの未成魚期，成魚期における生活年周期別分布回遊について．東北水研研究報告，**32**, 23–46.

Evans, H.M. (1937) *A Comparative Study of the Brains in Pleuronectidae.* Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, **122**, 308–343.

Evans, H.M. (1940) *Brain and Body of Fish.* Technical Press, London.

伊藤博信・吉本正美 (1991) 魚類生理学．恒星社厚生閣，東京．

伊藤博信 (2002) 魚類のニューロサイエンス．pp. 1–8, 植松一眞・岡良隆・伊藤博信 (編)，恒星社厚生閣，東京．

内橋 潔 (1953) 脳髄の形態より見た日本産硬骨魚類の生態学的研究．日本海区水産研究所研究報告，**2**.

農林統計協会 (2006) 水産白書 (平成 18 年版)．農林統計協会，東京．

柳下直己・山崎 淳・田中栄次 (2006) 京都府沖合海域で採集されたアカガレイの年齢と成長．日水誌，**72**, 651–658.

若山賢一・藤森康澄・板谷和彦・村上 修・三浦汀介 (2006) ソウハチに対する刺網の網目選択性．日水誌，**72**, 174–181.