

サケの母川記銘・回帰メカニズムに関する生理学的研究

北海道大学 北方生物圏フィールド科学センター 教授
上田 宏



研究の背景

サケは、春に稚魚が生まれた川(母川)から降河する時に母川水のニオイが嗅覚神経系に刷込まれ(記銘:限られた時期に不可逆的に形成される特殊な記憶)、数年後の秋に親魚が繁殖のため母川水のニオイを想起し選択して遡河する(母川回帰)と考えられています。しかし、母川水に固有のニオイは季節と年によりどのように変化するか、また脳のどの部位でニオイ情報を処理しているのかは、長い間謎のままでした。

研究の成果

成果1) サケのアミノ酸記銘・想起能力について

サケが低濃度から嗅ぎ分けることができ、河川毎に異なるバリエーションを持つニオイ成分としては、溶存遊離アミノ酸(DFAA)が考えられます。北海道大学洞爺湖実験所で飼育しているヒメマスを用いて母川記銘期にプロリン(P)を飼育水に滴下して2週間飼育すると、Pに対する電気生理学的嗅覚応答が増加し、2年後の成熟期に二者択一のY字水路においてPを高精度で選択したので、サケはアミノ酸を記銘・想起できることが分かりました。

成果2) サケの母川記銘・回帰に関するDFAA組成の関与について

北海道の天塩川のシロザケ稚魚が降河する春、および親魚が回帰する4年後の秋に、17種類のDFAA組成を数年間分析したところ、季節・年変動しない5~7種類のアミノ酸が確認されました。そのDFAA組成に基づき春と秋の人工母川水を作成し、Y字水路において親魚の選択性を調べると、コントロール水と比べると春と秋の人工母川水を有意に選択しますが、春と秋の人工母川水を比較すると選択性に差がありませんでした。季節・年変動しないDFAA組成

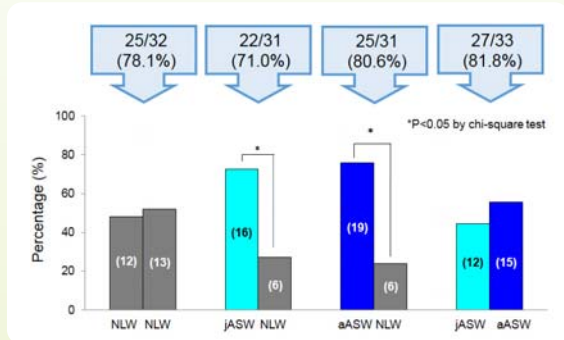


図1 天塩川へ回帰したシロザケ親魚のY字水路における稚魚降下期春(jASW)および親魚遡上期秋(aASW)の人工アミノ酸河川水の選択率
青枠内上段が遡上個体数(遡上率)、下段が選択率を示す。NLW; コントロール水。

がサケの母川記銘・回帰に重要であることが示唆されました(図1)。

成果3) fMRIを用いたサケの嗅覚中枢処理について

サケの嗅覚中枢神経系において母川水のニオイ情報がどのように処理されているかを解明するため、Blood Oxygenation Level-Dependent functional Magnetic Resonance Imaging (BOLD-fMRI)を用いて母川水ニオイ刺激時の終脳における神経活動を解析しました。洞爺湖実験所のヒメマスに母川水で刺激すると、一般的なニオイ物質であるセリンに比べ、有意に強い神経活動が終脳の背側野外側領域(D1)で得られました。D1は、高等脊椎動物の海馬(Hippocampus)に相当する領域であると考えられており、サケのニオイ情報の記憶や想起に関与することが示唆されました(図2)。

今後の展望

サケの脳において、高等脊椎動物の記憶に関連しているNMDA型グルタミン酸受容体、および脳から分泌される甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンと生殖腺刺激ホルモン放出ホルモンが母川記銘と母川回帰に関与していることが分かり始めています。サケの母川記銘・回帰メカニズムを分子レベルで解明することにより、母川回帰率を向上させてサケ資源を増産させることが期待できます。

関連する科研費

平成18-20年度 基盤研究(A)「サケの嗅覚機能を指標とした母川水識別機構に関する研究」

平成23-27年度 基盤研究(B)「サケの母川水ニオイに対する嗅覚記憶脳内分子に関する研究」

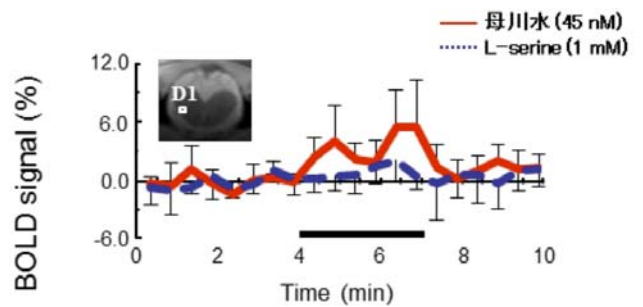


図2 ヒメマスの終脳(D1)における母川水とL-serineに対するBOLD signalの時系列変化
図中の棒線は、母川水とL-serineを与えている時間。ヒメマスの終脳の冠状断面のうち、D1の領域を囲った(左上写真)。

(記事制作協力:日本科学未来館 科学コミュニケーター 鈴木 啓子)