シンポジウム記録 魚類行動生理学の基礎と水産研究への応用

II-2. サケ科魚類の雌雄認識と性フェロモン

山家秀信

東京農業大学生産学部アクアバイオ学科

II-2. Partner-recognition and sex pheromones
in salmonids

HIDENOBU YAMBE

*Department of Aquatic Bioscience, Faculty of Bioindustry,
Tokyo University of Agriculture, Abashiri, Hokkaido 099-
2493, Japan*

1. サケ科魚類の性フェロモン

魚類の性フェロモンには、コイ科魚類を中心に解明された「ホルモナルフェロモン」と、それとは生合成ルートや分子構造が全く異なる「非ホルモナルフェロモン」がある。前者で最も詳細な例はキンギョで報告されたプロスタグランジン¹⁾やステロイド²⁾であり、後者はタナゴ³⁾、クサフグ⁴⁾、サクラマス⁵⁾で報告されている。近年、サケ科魚類の雄を誘引する性フェロモンは排卵雌の尿に含まれることがわかった。⁶⁾ サクラマスでは、トリプトファン (W) 代謝物がその主成分として報告されているが、その他のサケ科魚類では殆ど研究が進んでいない。

2. サクラマスの性フェロモンの分泌

サクラマスの尿中 W およびその代謝物 3 種を HPLC により定量すると、雌では未熟期にヒドロキシキヌレニン (HK) と W の順に多く、未排卵期での HK は一時やや減少し排卵前後から再び増加した。また、キヌレニン (K) とホルミルキヌレニン (FK) は未熟期から未排卵期には変化が無く、排卵前後から増加した。一方、雄では未熟期で特に W が多く、成熟期で更に増加した。FK と K の濃度は成熟期で若干の増加傾向が見られた。以上のことから、本種の尿中 W 代謝物の組成は成熟進行に伴って変化していることが示唆され、その 4 成分比には K を多く含むメス型と HK および W を多く含むオス型が認められた。

3. サクラマスにおける人工フェロモンによる雌雄認識

上記の 4 成分の混合比に従いメス型とオス型の溶液を作成し、それぞれ人工♀尿と人工♂尿とした。Y 字状水路を用いてこれらの人工尿と蒸留水 (DW) を滴下して選択行動実験を行うと、排精雄は人工♀尿に対し選択性を示し、人工♂尿に対しては DW との間に差はなかった。また、人工♀尿と人工♂尿を同時に与えると、DW のみを用いた実験と比べて、両人工尿への強い選択性を示した結果、差は認められなかった。これらの結果は、雌雄それぞれの原尿による結果と同じ傾向を示し

た。以上の項目 2 と 3 から、本種の雄は僅か 4 成分から作られた人工尿のメス型とオス型を嗅ぎ分けている可能性が示唆された。今後、濃度や組成比を変えた追試が待たれる。

4. サクラマス雄の生理的变化を促すプライマー効果

本種の排精雄に対し同種の様々な尿を嗅がせた後、その血中アンドロゲン (テストステロン, 11 ケトテストステロン) と卵成熟誘起ステロイドを ELISA 法により定量したところ、排卵雌尿にそれらのステロイドホルモン濃度が上昇する効果を認めた。それらは尿への曝露 4 時間前後にピークに達し、その最小有効濃度は約 10^{-7} 倍と推定された。これらのフェロモン応答能は、未成熟雄へのメチルテストステロン投与実験によって、リリーサー効果と同様にアンドロゲン依存性であることも示されている。また、W 代謝物に対する実験では、成熟期の尿中 W 代謝物量の経時的变化に対応するようなプライマー効果の傾向が認められた。

5. 天然水域でのサクラマスのフェロモントラップ

Y 字状水路により本種に対する K の誘引効果を確認した後、4 年間に渡り道東の小規模河川にフェロモントラップを設置し天然魚の捕獲を試みた。DW を滴下したトラップに雄は殆ど捕獲されず、K を滴下したトラップに多くの雄が捕獲された。この成果は駆除目的ではなく、性選択的な捕獲あるいは集魚法として期待出来るのかもしれない。今後、より効果の強いブレンドや相乗効果を持つ成分による試験が望まれる。

文 献

- 1) Sorensen PW, Hara TJ, Stacey NE, Goetz FW. Prostaglandins function as potent olfactory stimulants that comprise the postovulatory female sex pheromone in goldfish. *Biol. Reprod.* 1988; **39**: 1039-1050.
- 2) Dulka JG, Stacey NE, Sorensen PW, Van Den Kraak GJ. A steroid sex pheromone synchronizes male-female spawning readiness in goldfish. *Nature* 1987; **325**: 251-253.
- 3) Kawabata K, Tsubaki K, Tazaki T, Ikeda S. Sexual behavior induced by amino acids in the rose bitterling *Rhodeus ocellatus ocellatus*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1992; **58**: 839-844.
- 4) Matsumura K. Tetrodotoxin as a pheromone. *Nature* 1995; **378**: 563-564.
- 5) Yambe H, Kitamura S, Kamio M, Yamada M, Matsunaga S, Fusetani N, Yamazaki F. L-Kynurenine, an amino acid identified as a sex pheromone in the urine of ovulated female masu salmon. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2006; **103**: 15370-15374.
- 6) Scott AP, Liley NR, Vermeirssen ELM. Urine of reproductively mature female rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), contains a priming pheromone which enhances plasma levels sex steroids and gonadotrophin II in males. *J. Fish Biol.* 1994; **44**: 131-147.