

동물의 감정

: 물고기가 두려움을 느낄 수 있을까?*

김 성 환

주제분류 자연 철학, 생물 철학, 동물 철학, 동물 인지

주요어 동물 감정, 감정, 느낌, 의식, 어류, 두려움

요약문

이 글은 동물의 감정 문제를 해결하기 위해서는 감정과 느낌을 구별하는 관점이 필요하고 물고기는 감정을 가질 수 있지만 감정을 의식으로 느낄 수 없다고 논증한다. 예를 들어 두려움의 감정과 두려움의 의식 느낌은 다르다. 치과 의사가 국소 마취한 뒤 내 이를 드릴로 갈면 나는 턱이 경직되는 반응을 할 수 있지만 두려움을 느끼지 않을 수 있다. 경직된 턱은 두려움의 감정 반응이고 두려움의 의식 느낌과 다르다. 첫째, 어류에게 신뢰질이 없다는 것은 신경 과학에서 논쟁의 여지없이 잘 확립된 견해다. 둘째, 감정에 관여하는 네발 동물의 편도체나 어류의 편도체형 복합체의 활동은 신뢰질에 기록되지 않으면 의식되지 않는다. 셋째, 어류의 고통 감각, 두려움 감정, 연합 학습 등은 모두 뇌간과 척수가 조절하고 신뢰질에 의한 의식 없이 일어날 수 있다. 넷째, 어류의 종뇌 외투가 신뢰질을 대신해 의식 능력을 가질 수 있다는 주장은 논쟁의 여지가 있다. 물고기는 두려움의 감정을 가질 수 있지만 두려움의 감정을 의식으로 느낄 수 없다.

* 이 논문은 2010학년도 대전대학교 학술 연구비 지원에 의한 것임.

1. 감정을 가지는 동물의 선은?

어릴 때 물가에 놀러가 피라미나 송사리를 잡으려고 맨손을 조심스레 뻗으면 물고기가 깜짝 놀란 듯 잼싸게 도망쳐 허탕을 친 기억이 있다. 물고기는 정말 겁이 많고 눈치가 빠르다고 생각했다. 그 때 나는 물고기가 깜짝 놀라거나 겁내거나 눈치가 빠른 능력을 가질 수 있는지 생각해 보지 않았다. 이 글은 물고기가 놀라움(surprise)이나 두려움(fear) 같은 감정을 느낄 수 있는지를 중심으로 인간 아닌 동물)의 감정 문제를 다룬다. 눈치가 빠른 능력은 다가오는 손을 보는 시각이나 냄새 맡는 후각 또는 물결의 변화를 감지하는 촉각이 예리하다는 뜻에서 감각에 속하거나 잡힐지도 모르는 앞일을 예측한다는 뜻에서 이성에 속하므로 깊이 다루지 않는다. 이 글은 동물의 감정 문제에 집중해 신경 해부학(neuroanatomy), 신경 생리학(neurophysiology), 신경 동물 행동학(neuroethology), 신경학(neurology) 등 주로 신경 과학(neuroscience)의 연구 성과를 바탕으로 접근할 것이다. 나는 동물의 감정 문제를 해결하기 위해서는 감정(emotion)과 느낌(feeling)을 구별하는 관점이 필요하고, 물고기는 감정을 가질 수 있지만 감정을 의식으로 느낄 수 없다고 논증할 것이다.

동물 행동학자 베코프(M. Bekoff)는 「동물의 감정: 열정적 성격에 관한 탐구(Animal Emotions: Exploring Passionate Natures)」(2000)에서 동물에게 감정이 있다고 옹호한다.³⁾

- 1) 아래서 ‘동물’은 특별한 설명이 없으면 “인간 아닌 동물 을 의미한다.
- 2) 신경 해부학은 신경계의 신경 조직(tissue)과 신경 구조들에 대한 해부학 연구다. 신경 생리학은 신경계의 기능을 연구하는 생리학의 한 분야다. 신경 동물 행동학은 동물의 행동과 신경계에 의한 행동 조절을 비교 연구하는 분야다. 신경학은 신경계의 장애틀 다루는 의학 분야다. 이 분야들은 밀접하게 연결되어 있고 신경계에 대한 과학 연구를 통틀어 신경 과학이라 부른다. *Wikipedia*, “neuroanatomy, “neurophysiology, “neuroethology, “neurology, “neuroscience.
- 3) 동물의 감각과 감정에 대한 국내의 철학 연구 성과는 맹주만(2009), 최훈(2009), 최훈(2010) 등을 참고하라.

“많은 동물의 감정 상태는 쉽게 알 수 있다. 그들의 얼굴, 눈, 행동 방식을 보면 그들이 무엇을 느끼고 있는지 강하게 추론할 수 있다. 근육 긴장도, 자세, 걸음걸이, 얼굴 표정, 눈 크기, 응시 방향, 목소리, 냄새(페로몬) 등의 변화는 따로 그리고 함께 어떤 상황에 대한 감정 반응을 보여준다. 동물을 관찰한 경험이 별로 없는 사람들도 어떤 동물이 무엇을 느끼고 있을 것 같은지에 관해 서로 동의한다. 이 사람들의 직관은 참인 것으로 증명된다. 동물의 감정 상태에 대한 그들의 규정이 미래의 행동을 꽤 정확하게 예측하기 때문이다. 4)

베코프가 동물의 감정을 인정하는 근거는 얼굴 표정부터 냄새의 변화까지 동물의 행동과 생리 기능에서 나타나는 변화다. 감정은 행동과 생리 기능의 변화를 낳는 반응이다. 동물 행동학이나 신경 생리학과 관련된 이런 근거는 타당성을 따져볼 수 있다. 그러나 베코프가 우리의 직관에 근거해 동물의 감정을 인정하는 듯한 주장은 타당하지 않다. 동물의 행동은 우리의 직관과 어긋나는 경우도 있기 때문이다. 붉은얼굴원숭이(stump-tailed monkey)가 엉덩이를 내미는 것이 장난이나 놀림의 표시가 아니라 사과와 표시이고 엉덩이를 붙잡는 것이 사과를 받아들이는 뜻이라는 것은 우리의 직관과 어긋난다.5) 까마귀의 소리를 듣고 짝을 찾는 소리인지 다른 까마귀의 영역 침범에 맞서는 소리인지 구별하는 일은 전문 연구자가 아니면 하기 힘들다.6) 베코프는 대중을 위해 쓴 『동물의 감정(The Emotional Life of Animals)』(2007)에서 “개와 더불어 살기만 하면 누구든 동물이 감정을 가지고 있다는 사실을 알게 7) 된다고 주장한다. 그러나 이 주장은 우리의 감정, 특히 공감(sympathy)을 느끼는 우리의 능력에 호소하는 인상을 준다. 우리는 애완동물을 기르면서 느끼는 감정을 경계하고 배제해야 동물의 감정 문제에 엄밀하게 접근할 수 있다.

4) Bekoff(2000), 863쪽.
5) 드밭(2007), 208쪽.
6) 하인리히(2005), 323-345쪽.
7) 베코프(2007), 21-22쪽.

베코프가 대중의 감정에만 호소해 동물에게 감정이 있다고 인정하는 것은 아니다. 그는 감정을 일차(primary) 감정과 이차(secondary) 감정으로 나누고 그 신경 생리 기초를 밝힌다. 일차 감정은 타고난 기본 감정이며 위협한 자극에 대해 두려워하는 반응과 싸우거나 도주하는 반응(fight-or-flight reaction)처럼 빠르고 자동적인 반응이다. 베코프에 따르면 일차 감정을 낳는 신경 생리 기초는 신경 생리학자 매클린(P. MacLean)이 뇌의 ‘감정’ 부분이라 부른 변연계(limbic system), 특히 편도체(amygdala)다.8)

이차 감정은 “경험되거나 느껴지고 평가되며 반성되는 9) 감정이다. 예를 들어 “보이지 않는 물체가 머리 위로 날 때, 우리는 그것을 피하려고 머리를 숙일 것이다. 하지만 그것이 그림자에 불과하다는 사실을 알면, 우리는 당혹스러움을 느끼고 피하기보다는 재빨리 허리를 펴고 아무 일도 없다는 듯이 행동할 것이다. 10) 당혹스러움은 우리가 두려움이 과장된 것이라고 의식으로 느끼거나 평가해야 생긴다. 이차 감정은 재빨리 허리를 펴는 유연한 행동을 낳는다. 이차 감정에는 대뇌피질(cortex)의 여러 영역이 필요하다.

감정을 가지는 동물의 선은 어디서 그을 수 있을까? 베코프는 어느 동물이 일차 감정과 이차 감정을 가지는지 정확하게 선을 그어 말하지 않는다. 그러나 그는 매클린의 견해에 따라 포유류에 속한 여러 동물이 일차 감정에 필요한 변연계를 공유하고 이차 감정에 필요한 대뇌피질 영역들은 영장류 같은 소수의 포유류만이 지닌다고 본다.11) 그렇다면 감정을

8) 변연계가 정확하게 뇌의 어느 구조를 포함하고 편도체가 감정의 신경 기초인지에 관해서는 현재 신경 과학자들 사이에 논란이 있다. 변연계가 감정의 생성에 관여한다는 데 큰 이견은 없지만 감정의 의식 느낌에 전두엽을 비롯한 대뇌피질 영역들이 필요하고 특히 고통의 의식 느낌에는 편도체보다 변연피질에 속하는 대상회(anterior cingulate gyrus)가 더 중요한 역할을 한다는 견해도 있다. Rose(2002), 16-21쪽.

9) Bekoff(2000), 863쪽.
10) 베코프(2007), 36쪽.
11) Bekoff(2000), 863쪽. 베코프는 이차 감정에 필요한 대뇌 피질 영역들이 무엇인

가지는 동물과 감정을 가지지 않는 동물을 구획하는 선은 포유류다.

변연계는 대뇌피질과 뇌간(brain stem) 사이에 있는 뇌 구조들(structures),¹²⁾ 즉 편도체, 해마(hippocampus), 시상(thalamus), 시상하부(hypothalamus), 변연피질(limbic cortex) 등의 집합이며¹³⁾ 감정, 행동, 기

지 밝히지 않는다. 아래의 글에서 이 대뇌 피질 영역들은 신피질(neocortex)이라 불리는 구조라고 밝혀질 것이다.

12) 이 글에서 ‘구조’는 구성 방식이나 조직(organization)이 아니라 구성 부분, 구조물을 가리키는 뜻으로 쓴다. 예를 들어 해마, 편도체, 신피질 등이 뇌를 구성하는 부분 또는 구조물로서 뇌 구조다.

13) 아래서 신경 해부학 용어는 이원택(1996)에 따른다. 이 글에 나오는 신경 해부학 용어들을 이해하기 위해 어류, 양서류, 파충류, 조류, 포유류 등 척추 동물의 뇌 구성을 살펴볼 필요가 있다. 척추 동물의 뇌는 전뇌(forebrain), 중뇌(midbrain), 후뇌(hindbrain)의 구성 형식을 공유한다. 전뇌, 중뇌, 후뇌는 발생학적으로 종뇌(telencephalon), 간뇌(diencephalon), 중뇌(mesencephalon), 후뇌(metencephalon), 수뇌(myelencephalon) 등으로 분류되기도 한다. 신경 해부학자들은 뇌가 6개의 주요 영역으로 구성된다고 본다. (1) 종뇌. 전뇌의 전반부이며 대뇌 반구(cerebral hemispheres)라고도 부른다, 등쪽 종뇌 또는 외두(pallium)는 대뇌피질로 발달하고 배쪽 종뇌 또는 외두 하부는 기저핵(basal ganglion)이 된다. (2) 간뇌. 시상과 시상하부를 포함하며 종뇌와 함께 전뇌를 구성한다. (3) 중뇌(mesencephalon). 중뇌(midbrain)가 된다. (4) 소뇌(cerebellum) (5) 뇌교(pons) (6) 연수(medulla oblongata). 소뇌와 뇌교는 후뇌(metencephalon)에 속하고 연수는 수뇌에 속하며 후뇌(metencephalon)와 수뇌가 후뇌(hindbrain)로 발달한다. 간뇌, 중뇌(mesencephalon), 후뇌(metencephalon)는 연속해서 보면 나무 줄기처럼 보이기 때문에 뇌간이라 불리며 간뇌를 제외하고 중뇌와 후뇌만을 뇌간으로 보기도 한다. 뇌간 아래에는 뇌의 시작 부분인 수뇌, 곧 연수가 있고 그 아래로는 척추 속으로 척수가 뻗어 있다. 변연계는 대뇌피질 아래에 있는 뇌 구조들의 집합이다. 해마와 편도체는 대뇌피질의 측두엽 쪽에 있는 뇌 구조들이고 시상과 시상하부는 간뇌에 속한다. 변연피질은 포유류 대뇌피질의 6층 구조인 신피질과 달리 층이 적은 고피질(archicortex), 구피질(paleocortex)로 구성된다. 대뇌피질은 포유류를 다른 척추 동물과 뚜렷하게 구별해주는 뇌 부분이다. 포유류의 중뇌(midbrain)와 후뇌(hindbrain)는 다른 척추 동물과 비슷하다. 그러나 포유류의 전뇌는 매우 커질 뿐 아니라 구조도 변한다. 포유류가 아닌 척추 동물에서 대뇌의 표면은 외두라 부르는 단순한 구조를 가지고 있다. 그러나 척추 동물의 외두는 포유류에서 신피질이라 부르는 복잡한 6층 구조의 대뇌피질로 진화한다. 대뇌피질은 전두엽(frontal lobe), 두정엽(parietal lobe), 후두엽(occipital lobe), 측두엽(temporal lobe)의 네 부분으로 구성된다. 영장류는 전두엽이 매우 커지고 전두엽 중에서도 앞쪽 부분인 전전두엽(prefrontal lobe)이 커져서 이마가 튀어나온다. *Wikipedia*, “Brain”, “Limbic System.”

억, 후각 등 다양한 기능을 뒷받침한다고 알려져 있다. 베코프는 포유류가 변연계를 공유한다고 보지만 현대의 신경 생리학과 동물 진화 연구에 따르면 포유류와 파충류의 공동 조상도 이미 변연계의 기본 구조들을 갖추고 있었다. 그렇다면 감정을 가지는 동물의 선은 포유류를 넘어 조류, 파충류까지 확장될 수 있다.

베코프는 『동물의 감정』에서 무척추 동물에게 감정을 허용하지 않는다. 예를 들어 모기는 감정을 지니는 데 필요한 신경 기관, 곧 변연계와 대뇌피질을 갖추고 있지 않다. 그러나 베코프는 감정을 가지는 동물의 선을 포유류, 조류, 파충류를 넘어 변연계와 대뇌피질이 발달하지 않은 어류까지 확장한다.¹⁴⁾ 그는 어류의 감정을 인정하기 위해 일화를 소개하기도 하고 다른 연구자들의 성과를 제시하기도 한다.

베코프에 따르면 어느 연못에 사는 비단잉어가 어떤 부부의 애완견과 만날 때마다 물 위로 떠올라 개에게 다가오고 개의 발에 입질을 한 일화는 물고기도 우정을 느낄 수 있다는 것을 보여준다. 또 베코프는 송사리 파에 속하는 구피라는 민물고기의 수컷이 포식자 앞에서 용감하게 행동하는 것은 암컷이 용감한 수컷을 더 매력적으로 느끼기 때문이라는 듀거킨(L. Dugatkin)의 “구피 러브(guppy love) 개념을 설명하면서 물고기도 사랑을 위해 모든 것을 바친다고 말한다. 베코프는 물고기가 고통(pain)과 두려움을 경험한다고 주장하는 동물 행동학자 던컨(I. Duncan)의 연구 성과도 지적한다.¹⁵⁾

동물들 사이의 우정을 보여주는 일화는 비단잉어와 개 외에도 많다. 이런 일화는 거위가 연못에서 헤엄치는 개를 도운 것처럼 다른 종 사이에서 일어날 수도 있고, 거북이가 뒤집힌 다른 거북이를 머리로 밀어 몸을 다시 뒤집게 도운 것처럼 같은 종 사이에서 일어날 수도 있다. 그러나 일화에 의존해 어떤 주장을 일반화하는 것은 과학에서 금기다. 일화

14) 베코프(2008), 17-27쪽. 베코프는 양서류의 감정에 관한 사례나 실험을 제시하지 않는다.

15) 베코프(2008), 50-51, 58, 130쪽.

는 과학에서 어떤 주장을 뒷받침할 만큼 되풀이될 가능성이 크지 않기 때문이다. 듀거킨의 “구피 러브는 검토해 볼 수 있는 가설이지만 이 글이 끝나면 어류가 감정을 느끼는 능력을 뒷받침하는 근거가 아니라고 밝혀질 것이다. 또 구피 수컷이 암컷에 대한 사랑의 감정 때문에 목숨을 건다는 해석은 동물에 대한 과학 연구가 경계하는 의인화 (anthropomorphism)의 혐의가 있다. 의인화는 인간이 지닌 특성을 다른 동물에게 부여하는 관점이다.

베코프는 어류의 감정에 대한 던컨의 연구 성과를 자세히 설명하지 않지만 던컨은 어류의 고통과 두려움에 관한 연구로 잘 알려진 동물 행동 학자다. 어류의 감정에 대한 던컨의 연구 성과는 무엇이고 타당할까? 감정을 가진 동물의 선은 어류까지 확장할 수 있을까?

2. 무지개송어 실험

던컨, 유이(S. Yue), 모키아(R. Moccia)는 공동 논문, 「회피 학습 과제를 이용한 양식 무지개송어, 안코린쿠스 미키스의 두려움 연구(Investigating Fear in Domestic Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Using an Avoidance Learning Task)」(2004)에서 연어의 일종인 무지개송어를 포함한 어류가 감정을 느낄 수 있다고 주장한다. 감정을 느낀다는 것은 치과 의사가 드릴을 이에 갖다 댈 때 우리가 두려움을 느끼는 것처럼 두려움의 감정을 의식으로 안다는 뜻이다. 던컨 등이 이 주장을 뒷받침하기 위해 제시하는 실험 결과는 무지개송어의 회피 학습 능력을 보여주는 것이다. 회피 학습은 나중에 올 해로운 자극을 미리 신호로 알려주는 다른 자극에 대해 일정한 반응을 배우는 것이다.

실험 장치인 물탱크는 칸막이에 의해 2개의 방으로 나누어져 있고 칸막이 가운데 문이 뚫려 있다. 물탱크의 양쪽 끝 벽에는 낚시에서 물고기를 건져낼 때 쓰는 망사 망이 설치되어 있고 망 뒤에는 각각 파란 조명 장치가 있다. 던컨 등의 실험에는 무지개송어 18마리가 쓰였고 실험 단

계와 결과는 다음과 같았다.

단계 1은 무지개송어를 3일 동안 하루 2시간 씩 미리 물탱크에 넣어 환경을 익히게 하는 것이다. 단계 2는 각 무지개송어를 탱크 속에 넣고 망을 넘어뜨린 뒤 한 방에서 다른 방으로 건너가게 뒤에서 망으로 모는 훈련을 하는 것이다. 각 물고기는 5일 동안 2분 간격을 두고 10차례씩 훈련을 받았다. 그 결과 모든 물고기는 2일 안에 망이 넘어지면 탱크의 구석 쪽으로 가거나 어지럽게 왔다갔다 헤엄치는 대신 곧 문 쪽으로 갔다. 단계 3은 무지개송어마다 20차례씩 망이 넘어질 때 회피 행동을 보이는지 테스트하는 것이다. 무지개송어 18마리 중 80%인 13마리가 문을 통해 다른 방으로 갔다. 어떤 물고기는 한 번 만에 다른 방으로 갔고 다른 물고기는 몇 번 만에 도망치는 데 성공했다. 5마리는 회피 행동을 보이지 않아 그 후의 연구에서 제외되었다. 단계 4는 무지개송어가 있는 방에서 망을 넘어뜨리기 전에 10초 동안 파란 빛을 비추는 것이다. 물고기는 빛과 망을 조합한 테스트를 5일 동안 10차례씩 받았다. 결과는 빛을 비추는 동안 다른 방으로 가는 성공률이 첫 날에 평균 25%였고 마지막 날에는 65%로 올라갔다. 그러니까 각 무지개송어가 첫 날에 10차례 중 평균 2-3차례 다른 방으로 갔고 마지막 날에는 6-7차례 갔다.¹⁶⁾

던컨 등에 따르면 단계 3에서 망이 넘어질 때 무지개송어가 문을 통해 다른 방으로 도망치는 행동과 단계 4에서 망이 넘어지기 전 파란 빛을 비추는 동안 도망치는 행동은 성격이 다르다. 단계 3에서 망이 넘어질 때 물고기의 회피 행동은 예를 들어 우리가 무릎을 칠 때 다리를 들어 올리는 것처럼 즉각적 반사 행동이다. 그러나 단계 4에서 빛만 비출 때

16) 던컨 등의 실험은 무지개송어의 단기 기억과 장기 기억을 테스트하는 두 단계가 더 있다. 단계 5는 단계 4가 끝나고 하루 뒤 단기 기억 테스트를 하는 것이다. 이 때 탱크에는 10초 동안 파란 빛을 비추고 망은 넘어뜨리지 않는다. 각 물고기는 빛만 자극으로 주는 테스트를 20차례씩 받았다. 결과는 각 물고기가 평균 8차례씩 성공적으로 회피하는 것이었다. 단계 6은 단계 4가 끝나고 7일 뒤 장기 기억 테스트를 하는 것이다. 이 때 실험 과정은 단계 5와 같다. 결과는 각 물고기가 평균 7차례씩 성공적으로 회피하는 것이었다. 무지개송어는 연합 학습 능력을 적어도 7일까지 기억하는 것으로 밝혀졌다. Duncan et al.(2004a), 347-349쪽.

도망치는 물고기의 회피 행동은 즉각 일어나지 않고 몇 초 지나서 일어나며 반사적이지 않은 학습 행동이다. 일반적으로 감정은 일정한 행동에 동기가 될 수 있다. 던컨 등에 따르면 빛만 보고 도망치는 무지개송어의 회피 행동은 두려움이라는 감정이 학습 동기를 부여했을 가능성이 있다.

던컨 등은 생물 심리학자 칸탈루포(C. Cantalupo) 등의 모기어(mosquitofish) 실험으로 이 가능성을 강화한다. 모기어는 물탱크의 일정한 지역에서 가짜 ‘포식자’를 보여주면 포식자를 급히 피해 헤엄칠 뿐 아니라 포식자를 되풀이해서 보여주면 물탱크의 ‘위험’ 지역으로 가지 않는다. 모기어는 우연히 위험 지역에 있으면 불규칙한 지그재그 행동을 보인다. 던컨 등이 무지개송어 실험에서 내리는 결론이다.

“두려움이 이런 학습 연합(learned association)의 동기를 부여했고 따라서 물고기는 ‘무서운(frightening)’ 자극을 다루는 전략을 개발할 수 있는 듯하다. 단순한 반사계는 계속 똑같은 회피 반응(포식자에게서 갑작스레 벗어나 헤엄치기)을 되풀이하게 했을 것이고 행동 수정(예를 들어 어떤 ‘전략’이나 도피 기술의 개발)의 가능성은 없었을 것이다. 17)

던컨 등이 내린 결론처럼 두려움의 감정이 무지개송어에게 회피 학습의 동기였을까? 던컨 등은 무지개송어가 두려움의 감정을 느끼는 것을 확증하려면 무지개송어의 행동 반응이 단순 반사 반응이 아니라는 것을 증명해야 한다고 본다. 18) 무지개송어의 실험 결과는 무지개송어의 행동 반응이 단순 반사 반응이 아니라 회피 학습 반응이라는 것을 증명한다. 그러나 이 실험 결과가 무지개송어도 인간처럼 두려움을 의식으로 느낀다고 볼 수 있는 충분한 근거일까? 회피 학습은 척추 동물 뿐 아니라 무척추 동물도 할 수 있다고 알려져 있다. 예를 들어 쌍살벌의 일종인 폴리스테스 푸스카투스(polistes fuscatus)는 싫어하는 나비 애벌레를 먹지

17) Duncan et al.(2004a), 350쪽.

18) Duncan et al.(2004a), 349쪽.

않고 회피하는 학습을 할 수 있다. 19) 그러나 쌍살벌이 싫어하는 감정을 느끼기 때문에 회피하는 학습을 한다고 보기 힘들다. 곤충은 감정을 느끼는 데 필요한 뇌 구조들이 없기 때문이다. 물고기는 뇌의 발달 정도가 곤충과 다르다는 반론이 나올 수 있다. 그렇다면 물고기가 감정을 느끼는 데 필요한 뇌 구조들을 가지고 있을까?

3. 어류 감정의 신경 기초

던컨은 찬드루(K. Chandroo), 모키아와 함께 쓴 논문, 「어류가 아픔을 느낄 수 있을까? 감응력, 고통, 두려움, 스트레스에 대한 연구(Can Fish Suffer? Perspectives on Sentience, Pain, Fear and Stress)」(2004)에서 신경 해부학, 신경 생리학, 약리학, 행동 연구의 성과를 바탕으로 어류에게 고통, 두려움 등 아픔을 느끼는 신경 메커니즘이 있다고 주장한다.

던컨 등이 어류가 감정을 느낄 수 있다고 주장하는 신경 해부학 근거는 우선 어류의 종뇌다. 종뇌는 척추 동물의 뇌에서 전뇌의 전반부이며 종뇌의 등쪽 부분인 외투는 계통 발생과 개체 발생에서 대뇌피질로 진화하거나 성장한다. 어류는 전뇌의 앞부분인 종뇌가 손상되면 포유류가 변연계에 병변(lesion)이 있을 때와 비슷한 결과를 보여준다. 양서류, 파충류, 조류, 포유류 등 네발 동물(tetrapod)의 변연계 중에서 해마는 기억과 공간 학습에 관여한다고 알려져 있다. 금붕어는 종뇌가 마모되면 공간 학습과 연합 학습²⁰⁾ 능력이 포유류와 조류에서 해마에 병변이 있을 때와 비슷한 영향을 받는다. 또 어류의 종뇌에서 네발 동물의 해마의 위치와

19) Stamp(2001), 292-301쪽.

20) 공간 학습(spatial learning)은 여러 자극 사이의 공간 관계에 대한 학습이다. 연합 학습(associative learning)은 생물이 환경 속에서 자극과 자극 또는 자극과 반응이 되풀이되는 것을 경험하면 자극과 자극 또는 자극과 반응이 결합되어 있다고 인식하는 것을 의미한다. 자극과 자극, 자극과 반응이 연결되기 위해 필요한 것은 시간 근접성이라는 견해와 보상이나 강화 과정이라고 보는 견해가 있다. Wikipedia, “spatial learning, “associative learning.”

대응하는 영역은 지도처럼 공간을 기억하는 시스템으로 기능한다. 네발 동물의 편도체는 냄새 자극의 처리, 흥분, 감정 등에 기여한다고 알려져 있는데 어류의 중뇌에도 편도체형 복합체(amygdaloid complex)가 있다. 어류의 중뇌에서 이 편도체형 복합체에 전기 자극을 주거나 병변이 생기면 네발 동물의 편도체에 병변이 있을 때 관찰되는 것과 비슷하게 어류의 공격성이 변한다. 네발 동물의 시상하부는 여러 가지 자율 기능, 성 행위, 감정 등의 통합과 조절에 관여한다고 알려져 있다. 어류의 시상하부도 다른 척추 동물과 마찬가지로 성 행위와 공격이나 방어 등 사회 행동을 조절하며 감정 학습에 관여하는 중뇌 부분에서 오는 신호를 통합한다. 던컨 등은 신경 해부학자들의 연구 성과를 근거로 어류의 중뇌가 네발 동물의 변연계와 “기능적으로 상동(functionally homologous) 이라고 주장한다. 기능적으로 상동이라는 것은 해부 구조가 정확하게 같지 않지만 비슷하고 기능도 비슷하다는 뜻이다.²¹⁾

던컨 등이 어류의 감정을 인정하는 신경 생리학과 약리학의 또 한 가지 근거는 도파민계(dopaminergic system)다. 도파민은 무척추 동물과 척추 동물을 포함해 다양한 동물의 뇌가 생성 분비하고 뇌의 신경 세포들 사이에서 신호를 전달하는 신경 전달 물질이다.²²⁾ 도파민계는 도파민의 생성과 분비를 조절하는 신경계다. 도파민은 전뇌 등 신경계의 정상 기능을 돕고 학습과 보상(reward) 메커니즘을 중재하며 감정에서 비롯한 행동의 조절과 표현에도 관여한다. 보상은 동물이 어떤 행동을 하는 목적이 되어 그 행동을 유지하고 강화할 수 있다. 예를 들어 실험용 쥐는 발판을 누를 때마다 먹이를 주면 계속 발판을 누르고 전기 쇼크를 주면 발판을 누르지 않는다. 네발 동물의 보상 행동은 감정 상태가 원인들 가운데 하나라는 가설이 있다. 이 가설은 항정신성 약물(psychotropic drug)을 사용해 실험으로 검증해 볼 수 있다. 암페타민(amphetamine)이나 아포모

21) Duncan et al.(2004b), 231쪽.

22) 도파민은 중뇌에서 기저핵의 일부인 흑질(substantia nigra)이나 중뇌의 배쪽 피개(ventral tegmentum) 등 뇌의 몇 곳에서 생성 분비된다. 도파민은 해마에서 신경 호르몬으로 방출되기도 한다. Wikipedia, “Dopamine.”

르핀(apomorphine) 같은 도파민 활성화 약물을 주사하면 포유류와 어류는 모두 보상 행동, 즉 어떤 행동을 되풀이하거나 거부하는 모습을 보인다. 그렇다면 어류의 보상 행동에 필요한 신경 메커니즘도 포유류와 비슷하다는 가설이 성립할 수 있다.

던컨 등에 따르면 이 가설은 P 물질(substance P)에 대한 약리학 연구 결과로 뒷받침할 수 있다. 포유류에서 P 물질은 특수한 감각 신경계의 말단에서 분비되고 고통의 감각을 일으킬 뿐 아니라 학습, 기억, 보상 과정에 관여하며 그 효과는 도파민계에 의해 조정될 수 있다. 어류에도 P 물질이 있고 P 물질을 분비하는 신경계 말단과 비슷한 곳에 도파민의 분비를 활성화하는 세포들이 있다. 또 금붕어의 학습과 기억을 처리하는데 배쪽 중뇌가 관여한다는 실험 결과가 있다. 어류의 뇌 속으로 암페타민을 주사하면 공격성이 억제된다는 실험 결과도 있다. 던컨 등에 따르면 이 모든 실험 결과는 어류에게 네발 동물과 기능적으로 상동인 도파민계가 있고 도파민계가 관여하는 감정 상태도 있다는 것을 시사한다.²³⁾

던컨 등은 어류에게 네발 동물과 기능적으로 상동인 변연계와 도파민계가 있다는 점을 근거로 어류에게도 감정이 있다고 주장한다. 그러나 이 주장은 설사 옳더라도 어류가 감정을 의식으로 느낀다는 것을 뒷받침하기에는 충분하지 않다. 베코프도 말하지만 감정을 경험하거나 느끼고 평가하고 반성하려면 변연계와 도파민계만으로는 부족하고 대뇌피질 영역들이 있어야 하기 때문이다. 던컨 등이 감정과 감정의 의식 느낌을 구분하지 않는 것은 아니다. 그들도 물고기가 감정을 의식으로 느낄 수 있는지를 주요 문제로 삼고 이 문제에 긍정으로 대답하는 논증을 제시한다. 던컨 등의 이 논증은 어류의 고통에 대한 연구와 관련되어 있다.

4. 어류의 고통과 의식

던컨 등은 어류가 두려움의 감정을 의식으로 느낄 수 있다고 직접 논

23) Duncan et al.(2004b), 231-233쪽.

증하는 대신 어류가 고통의 감각을 의식으로 느낄 수 있다고 먼저 논증한다. 감각이든 감정이든 의식으로 느끼는 신경 매커니즘은 같을 수 있기 때문에 던컨 등의 접근 방식에 문제가 있는 것은 아니다. 던컨 등은 첫째, 어류에게도 유해 자극(noxious stimuli)을 받아들이는 신경 세포인 유해 수용기(nociceptor)가 있고 둘째, 유해 수용 신호를 척수와 뇌 등 중앙 신경계에 전달하는 신경 경로도 있으며 셋째, 어류의 종뇌 외투가 고도로 분화했다는 점을 근거로 어류가 고통을 의식으로 느낀다고 주장한다.

인간의 고통에서 첫 단계는 꼬집고 찌르고 태우는 등 유해 자극이 온몸에 퍼져 있는 유해 수용기를 활성화하는 것이다. 인간의 경우 유해 수용기는 충격, 열, 화학 물질 등 다수의 유해 자극에 반응한다는 뜻에서 다형(polymodal)이고 A-델타 섬유와 C섬유가 있다. A-델타 섬유가 유해 자극을 받으면 우리에게 따끔거리는 고통이 생기고 C섬유가 자극을 받으면 타는 듯한 고통이 생긴다. 신경 해부학과 신경 생리학의 연구 성과에 따르면 무지개송어의 머리에 분포하는 3차 신경(trigeminal nerve)에도 네발 동물과 마찬가지로 두 종류의 유해 수용기가 있고 모두 다형이다. 경골 어류²⁴⁾ 중 일찍 진화한 칠성장어도 유해 수용기를 가진다. 그렇다면 유해 자극을 받아들일 수 있다는 것은 모든 경골 어류의 형질이다.

인간 고통의 둘째 단계는 유해 수용기의 활동이 등뼈 속의 척수를 거쳐 뇌로 전달되는 것이다. 네발 동물의 경우 척수는 유해 수용기에서 온 신호를 뇌의 여러 영역에 보낸다. 이런 척수 경로 중 척수 시상 경로, 척수 종뇌 경로, 척수 망상체²⁵⁾ 경로, 척수 변연 경로 등이 네발 동물에서 유해 정보를 전달하는데 던컨 등에 따르면 어류에서도 몇 가지 척수 경로가 밝혀졌다.²⁶⁾ 또 경골 어류의 자율 신경계는 유해 신호가 뇌 중심부

24) 현재 생존하는 어류 약 2만 종은 대부분 척추가 딱딱한 경골 어류이고 상어, 홍어, 가오리 등은 척추가 물렁뼈인 연골 어류다.

25) 망상체(reticular formation)는 연수의 아래쪽 경계부터 종뇌의 위쪽 경계까지 뇌간의 중심부를 차지하고 90개 이상의 많은 핵으로 이루어진 큰 구조다. 뇌간 망상체라 부르기도 한다.

26) Duncan et al.(2004b), 234쪽.

로 전달된다는 것을 보여준다. 자율 신경계는 심장 근육, 분비샘 등 의지로 통제할 수 없는 작용을 신경 펩티드라 불리는 화학 물질로 조절한다. 칠성장어는 포유류의 유해 수용을 조절한다고 알려진 몇 가지 신경 펩티드를 분비해 척수에서 뇌로 가는 유해 정보의 전달을 촉진하거나 억제한다고 밝혀졌다.²⁷⁾

인간은 고통을 의식으로 느낄 수 있다. 만일 치과 의사가 마취도 하지 않은 채 드릴로 이를 갈면 우리는 평생 잊지 못할 고통을 느낄 것이다. 만일 우리가 살아서 펄떡거리는 물고기를 회로 뜨기 위해 목을 칼로 베면 물고기가 우리처럼 고통을 느낄 수 있을까? 던컨 등이 어류도 고통을 의식으로 느낄 수 있다고 주장하는 핵심 근거는 종뇌의 외투다. 외투는 모든 척추 동물의 전뇌를 둘러싼 회색의 신경 세포들인 회백질(gray matter)을 가리킨다. 척추 동물은 종뇌와 간뇌를 포함하는 전뇌가 무척추 동물에 비해 발달했다. 외투는 척추 동물이 진화하면서 다양하게 두꺼워져 포유류에서는 6층 적층 구조(laminated structure)의 대뇌피질이 된다. 포유류의 이 대뇌피질을 신피질이라 부른다. 던컨 등에 따르면 어류의 외투는 적층 구조가 아니지만 감각 정보 처리와 관련해 고도로 분화한 구조다. 어류의 종뇌는 체성 감각, 시각, 미각, 후각 등 다양한 감각을 통합하고 네발 동물의 종뇌와 비슷한 기능을 수행한다. 또 어류의 종뇌는 이런 감각 통합과 기능 수행을 통해 여러 종류의 학습을 조절하는 데 관여한다.²⁸⁾

동물의 의식에 관한 전통 가설은 의식이 신피질 같은 특별한 대뇌피질 구조가 진화해서 생긴 능력이라는 것이다. 그러나 던컨 등에 따르면 전통 가설에 도전하는 새 가설은 의식의 신경 기초가 신피질 뿐 아니라 분화된 외투도 포함한다고 본다. 어류의 뇌는 포유류의 신피질과 마찬가지로 감각을 통합하고 학습을 조절할 수 있는 외투의 분화를 보여준다. 따라서 던컨 등은 어류도 고통을 의식할 수 있다고 보는 것이 합리적이라

27) Duncan et al.(2004b), 234쪽.

28) Duncan et al.(2004b), 235-236쪽.

고 주장한다.²⁹⁾

던컨 등은 어류의 고통에 관한 논의에 이어 어류가 두려움을 느낄 수 있다고 주장한다. 두려움은 지각된 위협에 대한 생리 심리 반응이며 위협에서 벗어나는 행동에 동기를 부여한다. 네발 동물의 경우 무서운 자극에 대한 파블로프 형 두려움 조건화(Pavlovian fear conditioning), 예를 들어 개가 종소리만 듣고서도 호랑이가 나타날까봐 도망치는 반응을 보이는 일종의 연합 학습은 편도체와 해마 영역도 필요한 것으로 밝혀져 있다. 던컨 등에 따르면 어류의 파블로프 형 두려움 조건화도 네발 동물과 비슷한 인지와 기능적으로 상동인 뇌 영역들에 의존한다. 금붕어가 전기 쇼크에 대한 두려움 반응을 학습한 경우 기억 방해 물질을 두개골 속으로 주사하면 두려움 반응이 일어나는 것을 막을 수 있다. 네발 동물도 기억 방해 물질을 편도체에 주사하면 이미 학습한 두려움 반응이 일어나는 것을 막을 수 있다. 그렇다면 어류의 뇌에서도 네발 동물의 감정에 관여하는 편도체와 기능적으로 상동인 구조가 파블로프 형 두려움 조건화 또는 연합 학습에 관여한다고 볼 수 있다. 따라서 두려움은 어류에게도 학습의 동기가 될 수 있다.³⁰⁾

던컨 등은 어류가 두려움의 감정도 고통의 감각처럼 의식으로 느낄 수 있는지에 관해서는 따로 논의하지 않는다. 그러나 어류의 고통에 대한 논의를 고려하면 어류는 종뇌의 분화된 외투 덕분에 고통과 마찬가지로 두려움도 의식으로 느낄 수 있다는 결론이 나온다.

5. 어류의 의식에 대한 반론

동물 신경 행동학자 로즈(J. Rose)는 「어류의 신경 행동 본성과 앓과 고통의 문제(The Neurobehavioral Nature of Fishes and the Question of Awareness and Pain)」(2002)에서 입상 신경 심리학, 신경학, 신경 외과

29) Duncan et al.(2004b), 236쪽.

30) Duncan et al.(2004b), 237-239쪽.

수술, 기능 뇌 영상(functional brain imaging)³¹⁾ 등을 바탕으로 어류가 포유류의 심피질을 갖추지 못하고 심피질과 기능적으로 등가인 구조도 없으므로 고통을 비롯한 감각과 감정을 의식으로 느낄 수 없다고 논증한다. 로즈의 논증은 의식을 일차 의식(primary consciousness)과 고차 의식(higher-order consciousness)으로 나누는 데서 시작한다.³²⁾ 일차 의식은 감각과 감정에 대한 그때그때의 앓이다. 우리는 뺨을 맞으면 아프고 기분 나쁜 것을 느끼거나 알 수 있다. 이 때 고통이라는 감각과 노여움이라는 감정에 대한 느낌 또는 앓이 일차 의식이다. 고차 의식은 나 자신에 대한 앓, 내가 쓰는 언어에 대한 앓, 과거 사건들에 대한 기억, 미래를 장기적으로 계획하고 예측하는 능력 등을 포함하는 확장된 의식이다. 로즈는 일차 의식과 이차 의식에 모두 심피질이 결정적으로 중요하다는 증거가 풍부하다고 주장한다.

로즈에 따르면 일차 의식은 대뇌피질 중 전두엽, 두정엽, 측두엽의 “연합 영역들(association areas)에 의존한다. 연합 영역은 대뇌피질 중 운동과 감각에 쓰이는 부분을 제외한 나머지 부분을 가리킨다. 일차 의식이 생기려면 대뇌피질 아래에 있고 대뇌피질의 작용을 도와주는 뇌간 망상체와 시상도 필요하다. 그러나 망상체와 시상 등 대뇌피질 아래의 구조들만 작동하고 대뇌피질이 작동하지 않으면 일차 의식은 생기지 않는다. 고차 의식이 생기려면 일차 의식에 필요한 대뇌피질 영역들뿐 아니라 추가의 영역도 필요하다. 예를 들어 미래를 장기적으로 계획하는 데는 전두엽 중 인간을 포함한 영장류의 뛰어난 이마가 상징하는 전전두엽이 필요하다. 내 몸이 내 것이라고 아는 데는 대뇌피질 중 두정엽의 넓은 영역이 필요하다. 머리에 타격을 입거나 알츠하이머 병(Alzheimer’s

31) 기능 뇌 영상은 자기 공명 영상(magnetic resonance imaging)과 양전자 방출 단층 촬영(positron emission tomography) 등에 기초한다. 자기 공명 영상은 혈류의 산소 수준 신호를 측정해 뇌 영역들의 활성화 정도를 측정하는 방법이다. 양전자 방출 단층 촬영은 혈류에 주사한 방사능 입자를 이용해 뇌의 활성화 영역들을 탐사하는 방법이다.

32) Rose(2002), 6쪽.

disease)으로 신피질의 넓은 부위에 퇴행성 병변이 생기면 고차 의식을 잃고 일차 의식의 기본 기능만 남는 치매(dementia)에 걸릴 수 있다.³³⁾

일차 의식과 고차 의식은 모두 신피질의 넓고 분화한 영역들이 활성화해야 생긴다. 그러나 어류는 신피질이 없다. 어류도 포유류에 비해 작은 대뇌 반구, 곧 종뇌가 있지만 단순한 외투 구조다.³⁴⁾ 먹기, 마시기, 도망치기, 짹짹기, 유해 자극에 대한 반응 등 어류의 즉각적 반사 행동은 인간을 포함한 다른 척추 동물과 마찬가지로 뇌간과 척수가 조절한다. 어류는 대뇌 반구 또는 전뇌를 제거하고 뇌간과 척수만 남겨놓더라도 여전히 먹이를 찾아 먹고 떼 지어 다니고 동지를 트고 알을 낳고 자식을 돌보고 동료를 공격할 뿐 아니라 전뇌가 처리하는 후각을 빼고 감각 분별 능력도 보인다. 어류의 기본 행동은 뇌간과 척수가 조절하는 비율이 다른 척추 동물에 비해 매우 크다.³⁵⁾

어류는 무지개송어의 회피 학습에 대한 던컨 등의 실험이 보여주듯이 연합 학습 능력을 지닌다. 그러나 로즈에 따르면 어류의 여러 가지 학습 능력은 대뇌 반구가 없어도 보존된다. 또 어류의 연합 학습은 의식으로 알지 못한 채 일어난다는 뜻에서 암묵(implicit) 학습이다.³⁶⁾ 암묵 학습의 능력은 앞에서 예로 든 쌍살벌처럼 무척추 동물부터 인간까지 넓게 퍼져 있다. 자전거 타는 법이나 수영하는 법은 우리가 그 절차를 일일이 의식으로 알지 않더라도 터득할 수 있다. 로즈의 결론은 어류의 반사 행동과 학습 행동이 주로 뇌간과 척수에 의해 조절되고 의식 없이 일어난다는 것이다.³⁷⁾

로즈가 어류에게 의식이 없다고 주장하는 핵심 근거는 신피질이 없다는 점이다. 그러나 던컨 등은 어류에게 신피질의 기능을 대신할 수 있는

33) Rose(2002), 7쪽.

34) 파충류의 대뇌 반구에는 3층의 피질이 있다. Rose(2002), 13쪽.

35) Rose(2002), 9쪽.

36) Rose(2002), 8-9쪽.

37) 어류가 아편제를 생성 분비하는 것이 고통을 의식으로 느끼는 증거라는 견해가 있다. 로즈는 아편제의 마취 효과도 뇌간과 척수에 작용하는 것이므로 고통 의식의 증거가 아니라고 주장한다. Rose(2002), 23쪽.

종뇌의 외투가 있다는 점을 근거로 어류도 감각과 감정을 의식으로 느낄 수 있다고 주장한다. 로즈는 의식을 위한 신피질 아닌 신경 메커니즘이 있다는 주장은 신경 생리학의 증거들과 모순된다고 다시 반박한다. 로즈의 반박은 던컨도 주목한 어류의 고통 문제와 관련되어 있다. 어류의 고통 문제에 대한 로즈의 견해를 살펴보자.

6. 다시 어류의 고통과 의식

던컨 등은 첫째, 어류에게도 유해 수용기와 유해 수용 신호를 중앙 신경계에 전달하는 신경 경로가 있고 둘째, 종뇌의 외투가 고도로 분화한 점을 근거로 어류가 고통을 의식으로 느낀다고 주장한다. 그러나 로즈에 따르면 유해 수용기와 유해 자극 수용 경로가 있더라도 고통을 의식으로 느끼지 않을 수 있다. 인간을 포함한 모든 척추 동물에서 유해 자극에 대한 반응, 예를 들어 자극받은 몸 부위 빼내기, 맞서 싸우기, 이동하기, 소리 지르기 등은 뇌간과 척수가 조절하기 때문이다. 던컨 등과 로즈 가운데 어느 쪽이 옳을까? 나는 던컨 등이 어류의 의식을 인정하는 두 가지 근거가 모두 타당하지 않다고 생각한다.

로즈에 따르면 고통의 의식은 유해 자극의 수용과 다르다.³⁸⁾ 고통을 의식으로 느끼기 위해서는 유해 수용기와 유해 자극 수용 경로만 있어서는 안 되고 신피질이 있어야 한다. 인간이 고통을 의식하는 데는 대뇌피질 중 전두엽과 두정엽의 여러 영역이 관여한다. 신경 해부학에 따르면 인간의 경우 고통의 척수 시상 경로에서 유해 자극에 대한 신호를 받은 시상 영역의 신경 세포들은 대뇌피질의 체성 감각 피질로 뻗어나간다. 또 척수 시상 경로의 일부 신경 세포들은 대뇌피질의 전두엽과 두정엽으로 뻗어나간다. 뇌 영상으로 뇌의 활동을 추적해 보면 인간이 고통을 의식으로 느낄 때 전두엽과 두정엽의 영역들이 활성화하고 특히 고통에 대해 불쾌한 감정을 느낄 때 전두엽과 함께 대상회가 활성화한다. 대상회

38) Rose(2002), 15-16쪽.

는 오른쪽 대뇌 반구와 왼쪽 대뇌 반구를 연결하는 뇌량 주변을 둘러싼 피질이며 변연피질에 속한다. 대상회는 5층 구조이지만 구성의 복잡성이 신피질과 거의 같고 포유류에서만 나타난다.³⁹⁾

고통을 의식으로 느끼는 데 전두엽과 대상회가 중요하다는 증거는 신경 해부학과 뇌 영상 뿐 아니라 신경 외과 수술의 임상 자료도 보여준다. 심각한 고통을 줄이기 위해 대상회의 일부를 제거하는 수술을 받은 사람들은 고통이 여전히 있지만 더 이상 괴롭거나 불쾌하지 않다고 보고한다. 예를 들어 우리가 마취 상태에서 치과 수술을 받으면 드릴이 어떤 이를 가는지 알 수 있고 얼굴이나 몸이 경직되는 고통 반응이 일어나지만 아프지 않은 것과 같다. 또 교통사고 등으로 전두엽 중 전전두엽에 손상을 입은 사람이나 전전두엽 절제 수술을 받은 사람도 고통에 대해 비슷한 결과를 보고한다. 로즈에 따르면 이 임상 자료들은 인간의 경우 고통의 의식에 전두엽, 특히 전전두엽과 대상회가 필수적이라는 사실을 보여준다.⁴⁰⁾

로즈는 던컨과 마찬가지로 어류에게 유해 수용기가 있고 유해 자극을 척수와 뇌간으로 전달하는 신경 경로도 있다고 인정한다. 또 로즈는 어류가 위험한 자극에 대해 연합 학습 능력을 가지고 있다고 인정한다. 그러나 로즈에 따르면 유해 자극에 대한 어류의 즉각적 반사 행동이나 학습 반응은 신피질이 없기 때문에 모두 의식 없이 일어난다. 던컨 등은 무지개송어의 연합 학습이 두려움의 의식을 동기로 삼을 수 있다고 주장한다. 그러나 로즈에 따르면 어류는 신피질이 없기 때문에 감각과 마찬가지로 감정도 의식으로 느낄 수 없다. 몸이 경직되거나 심장 박동이 빨라지는 감정 반응은 유해 수용 반응과 같이 대뇌피질 아래에 있는 뇌 구조들에 의해 생겨난다. 두려움이라는 감정을 낳는 주요 영역은 편도체이며 편도체는 두정엽 아래에 있다. 그러나 편도체에서 일어난 감정 반응도 신피질에 기록되지 않으면 의식되지 않는다. 로즈에 따르면 어류는

39) Rose(2002), 17-19쪽.

40) Rose(2002), 19-21쪽.

설사 던컨 등의 주장처럼 편도체 복합물을 가지고 있더라도 신피질이 없기 때문에 두려움을 의식으로 느낄 수 없다.⁴¹⁾

그렇다면 남은 문제는 어류가 신피질이 아닌 다른 신경 메커니즘으로 감각과 감정을 의식으로 느낄 수 있느냐는 것이다. 던컨 등은 고도로 분화된 종뇌의 외투가 어류에게 신피질을 대신해 감각과 감정에 대한 의식을 가능하게 하는 대안 신경 메커니즘이라고 주장한다. 그러나 로즈는 어류의 종뇌 외투가 포유류의 대뇌피질에 비해 매우 빈약하게 분화해 있기 때문에 구조들을 분명하게 구분하고 이 구조들이 포유류 뇌의 어느 영역들과 대응하는지를 보이기 어렵다고 지적하면서도 반론을 제시한다.

던컨 등은 어류의 종뇌가 네발 동물의 변연계와 기능적으로 상동이라고 주장한다. 로즈는 이 주장에 동의한다. 그는 편도체 같은 몇 가지 변연 구조가 어류의 뇌에 상동인 구조를 가진다는 현대 신경 과학의 발견을 받아들인다. 구조적 상동은 인간의 팔과 새의 날개처럼 진화의 역사에서 공동의 기원을 가지기 때문에 유전자의 많은 부분을 공유하고 발생 경로와 기본 구조가 비슷한 것을 의미한다. 그러나 로즈는 어류가 인간을 포함한 포유류의 변연계와 구조적으로 상동인 종뇌를 가지고 있더라도 감각과 감정을 의식으로 느낄 수 있는 것은 아니라고 주장한다. 로즈에 따르면 어류에서 편도체는 포유류에 비해 다양한 하부 구조들이 부족하고 인간의 편도체처럼 전두엽과 많이 연결되어 있지도 않다. 또 편도체의 활동은 신피질에 기록되지 않으면 의식되지 않는다. 따라서 어류는 설사 포유류의 편도체와 기능적 또는 구조적으로 상동인 기관이 있더라도 두려움이나 그 밖의 감정을 의식으로 느낄 수 없다.⁴²⁾

던컨 등은 어류의 회피 학습이 종뇌에 의존하며 종뇌의 외투가 분화된 것이 어류의 의식을 뒷받침한다고 주장한다. 이 경우 어류의 종뇌 외투가 두려움의 감정을 의식으로 느끼는 것이 회피 학습의 동기가 된다. 그러나 로즈에 따르면 이런 회피 학습은 암묵 학습으로서 의식 없이 일어

41) Rose(2002), 25-26쪽.

42) Rose(2002), 28-29쪽.

날 수 있고 어류가 두려움을 의식으로 느끼는 증거가 될 수 없다. 어류에게 신뢰질이 없다는 것은 논쟁할 수 없는 신경 해부학 사실이다. 로즈에 따르면 신뢰질 말고 의식을 낳는 어류의 대안 신경 메커니즘은 신경 과학에서 아직 확증된 것이 없다.⁴³⁾

종뇌의 외투가 의식의 대안 신경 메커니즘일 가능성은 남아 있다. 예를 들어 조류도 어류처럼 신뢰질이 없지만 종뇌 외투의 분화, 외투와 뇌 구조들 사이의 신경 경로 등이 조류에게 의식을 허용하는 근거로 신경 과학자들 사이에서 설득력을 얻고 있다.⁴⁴⁾ 그러나 던컨 등이 주장하는 어류의 종뇌 외투의 분화와 신경 경로는 어류에게 의식을 허용할 근거로서 확실하지 않다. 던컨 등이 종뇌 외투의 분화와 신경 경로를 바탕으로 설명하는 어류의 감각, 감정, 학습 등은 모두 의식 없이 일어날 수 있기 때문이다. 어류의 종뇌 외투가 의식을 허용할 정도로 분화했는지에 관해서는 신경 과학자들 사이에 뚜렷한 견해 차이가 있다. 따라서 적어도 현재로서는 어류의 종뇌 외투가 의식을 허용할 정도로 분화하지 않았다고 보는 것이 안전하다. 게다가 감정과 그 의식 느낌을 구별하면 어류는 감정을 가질 수 있지만 감정을 의식으로 느낄 수 없다고 보는 것이 타당하다.

7. 느낌 없는 감정

현대 신경 과학은 “느낌 없는 감정(emotion without feeling) 을 인정한다. 예를 들어 우리가 산길을 걷다가 뱀을 보면 우리 몸 안에서 빠른 속도로 자율 신경계가 작동해 동공의 크기, 혈압, 심장 박동이 변하고 스트레스 호르몬이 분비되며 근육이 어떤 동작을 준비하는 상태에 들어간다.

43) Rose(2002), 32쪽.

44) 자비스(E. Jarvis) 등 신경 과학자들이 결성한 조류 뇌 학명 컨소시엄(The Avian Brain Nomenclature Consortium)은 현대 신경 과학 연구가 조류 뇌의 외투 영역들이 포유류의 신뢰질과 상동인 복잡한 정보 처리 영역들이라는 것을 증명한다고 주장한다. Jarvis et al.(2005), 151쪽. 조류 의식의 신경 과학 기초에 관해서는 Butler and Cotterill(2006)을 참고.

뇌의 어떤 시스템이 몸의 이런 변화를 감지하면 두려움의 감정이 생긴다. 또 뇌의 다른 시스템이 두려움의 감정을 감지하면 두려움의 의식 느낌이 생긴다. 느낌은 감정이나 감각을 의식으로 아는 것을 의미한다. 뇌의 어떤 부위를 다친 환자는 감정을 표현하는 능력을 잃지 않지만 그 감정에 대응하는 느낌을 경험하는 능력은 잃을 수 있다.⁴⁵⁾ 예를 들어 이 환자는 뱀을 보면 동공의 크기, 혈압, 심장 박동 등이 변하고 근육이 수축하지만 두려움을 느끼지 않을 수 있다.

신경 생리학자 르두(J. LeDoux)는 『느끼는 뇌(The Emotional Brain)』(2006)에서 느낌을 “의식 감정 느낌(conscious emotional feeling) 이라 부르고 감정과 구별한다. 르두가 든 예를 통해 감정과 느낌이 생기는 신경 메커니즘을 살펴보자. 우리가 들에서 토끼를 발견하면 토끼에서 반사되는 빛이 눈 속에 들어온다. 빛에 의해 생긴 물리 신호는 대뇌의 시각 피질로 전달된다. 시각 피질에서 토끼에 대한 감각 표상이 생기고 작업 기억(working memory)⁴⁶⁾에 저장된다. 시각 피질과 장기 기억을 담당하는 대뇌피질 사이의 연결을 통해 토끼에 대한 장기 기억이 활성화한다. 이렇게 활성화한 장기 기억과 작업 기억의 감각 표상이 통합되면 우리는 지금 보고 있는 대상이 토끼라는 것을 알 수 있다. 길을 조금 더 걸다가 뱀을 발견하면 우리 눈은 이 자극도 받아들인다. 토끼의 경우처럼 작업 기억과 장기 기억이 협동해서 우리는 이 대상이 뱀이라는 것을 안다. 하지만 뱀의 경우 장기 기억에서 이 동물이 매우 위험할 수 있고 지금 당신을 위협에 처해 있다는 메시지도 인출된다.

르두에 따르면 대부분의 사람이 뱀을 발견할 때 보이는 두려움의 감정 반응은 뱀의 시각 표상이 편도체를 활성화할 경우에만 생긴다. 이 때 활성화한 편도체는 다시 여러 가지 신경 경로들을 활성화한다. 이 신경 경로들의 활성화가 두려움의 감정을 낳는다. 그리고 의식 경험을 할 수 있

45) 다마지오(2007), 113-116쪽.

46) 기억은 흔히 단기 기억과 장기 기억으로 나뉜다. 이 가운데 단기 기억은 임시로 정보를 저장하는 체계이며 작업 기억이라고도 불린다. 르두(2006), 375-379쪽.

는 동물은 이렇게 활성화한 신경 경로들이 뇌의 각성 시스템을 자극하고 주로 뇌의 전전두엽 피질로 신호를 보내면 두렵다는 의식 느낌을 가질 수 있다. 대상이 토기인 경우 편도체가 다른 신경 경로들을 활성화하지 않기 때문에 두렵다는 감정도 두렵다는 느낌도 생기지 않는다.⁴⁷⁾

르두에 따르면 감정 반응을 일으키는 뇌의 신경 메커니즘은 진화에서 오래 동안 보존되었다. 인간을 포함해 모든 동물은 음식과 터를 찾아야 하고 몸에 위협을 주는 대상에서 자신을 보호해야 하고 자손을 낳아야 한다. 이는 벌레와 곤충부터 물고기, 개구리, 쥐, 인간에 이르기까지 모두 같다. 그러나 모든 동물이 감정 반응을 의식으로 알 수 있는 것은 아니다. 의식 능력을 가진 동물에서 감정 반응을 일으키는 신경 메커니즘이 작동하면 의식 감정 느낌이 생긴다. 위협을 감지하고 방어 행동을 담당하는 뇌와 몸의 신경 메커니즘이 작동하면 의식 능력을 가진 동물은 두려움을 느낄 수 있다. 그러나 두려움이라는 의식 느낌이 없는 동물도 두려움의 감정 반응, 예를 들어 혈압이나 심장 박동의 변화, 호르몬의 분비, 털 세우기 등을 보일 수 있고 표정 바꾸기, 꼬작 앓기, 싸우기, 도망치기 등 행동 반응을 할 수 있다.

어떤 동물이 의식 능력을 가질 수 있을까? 르두에 따르면 작업 기억에 필요한 몸의 하드웨어들, 즉 감각 운동 피질, 편도체, 각성 시스템, 작업 기억의 보급자리인 전전두엽 등이 있으면 동물도 의식 경험을 할 수 있다. 르두는 “의식은 포유류에서 피질이 팽창하면서 생겨났다”⁴⁸⁾고 본다. 그러나 르두는 포유류에게 의식을 허용하는 것도 조심해야 한다고 말한다. 인간의 뇌는 모든 고차 사유 과정을 담당한다고 알려진 신피질이 몸에 비해 매우 크고 그 중에서도 전전두엽이 발달했다. 전전두엽은 포유류 가운데 인간을 포함해 영장류만이 가지고 있다. 그렇다면 감정에 대한 의식 느낌을 가질 수 있는 동물은 포유류 중에서도 영장류뿐이다.

의식 능력을 가진 동물의 선이 어디인지는 아직 확실하지 않다. 현대

47) 르두(2006), 379-400쪽.

48) 르두(2006), 402쪽.

신경 과학은 포유류 이외의 동물이 신피질의 구조와 기능에 부합하는 뇌 영역을 가진다는 증거를 제시하고 있기 때문이다. 로즈는 어류의 종뇌 외투가 신피질의 기능을 담당하기에는 구성이 너무 단순하다고 보지만 던컨 등은 어류의 종뇌 외투가 고도로 분화해서 의식 능력을 가질 수 있다고 주장한다. 르두는 모든 척추 동물의 뇌에 포유류의 신피질과 상응하는 영역이 있다는 신경 과학의 연구 성과를 받아들이지만 영장류만이 전전두엽이 발달했다는 점을 근거로 의식 능력을 포유류까지 확장하는 것도 경계한다. 전전두엽은 작업 기억의 보급자리이고 의식이 생길려면 어떤 형태론적 작업 기억이 있어야 하기 때문이다.⁴⁹⁾

8. 감정과 느낌의 구별

현대 신경 과학의 연구 성과를 종합하면 물고기의 감정 문제를 해결하기 위해서는 적어도 감정과 느낌을 구별하는 관점이 필요하다.⁵⁰⁾ 심리 철학자 캐루터스(P. Carruthers)는 “의식 없는 경험(nonconscious experience)”, “현상 의식(phenomenal consciousness) 등의 개념을 이용해 느낌 없는

49) 모든 의식 과정은 작업 기억을 포함한다. 예를 들어 우리가 운전할 때 옆 사람과 이야기하다가도 유모차가 길을 건너는 등 위급한 상황이 생기면 의식은 이 상황을 처리한다. 이 상황에 대한 정보는 짧게나마 일시로 작업 기억에 저장된다. 르두는 의식이 작업 기억 안에 들어있는 정보에 대한 알아보고 규정한다. 르두(2006), 375-379쪽.

50) 감정과 느낌은 인간의 경우 감각, 평가, 믿음, 지식, 언어, 가치 등과 복잡하게 관련되어 있다는 견해가 설득력을 얻고 있다. 예를 들어 우리가 두려움의 감정이나 느낌을 가질 때 다가오는 위협에 대한 평가가 개입한다. 그렇다면 물고기가 감정이나 느낌을 가진다는 주장이 설득력을 얻기 위해서는 물고기도 인간과 비슷한 감각, 평가, 믿음, 언어, 가치 등을 가질 수 있다고 증명해야 한다. 이런 관점에서 보면 물고기가 감정과 느낌을 인간과 공유한다고 주장하기는 더 어려워진다. Dixon(2001), Roberts(2009) 등을 참고. 감정과 느낌을 구별하는 관점은 동물의 감정 문제에 걸린 과부하를 해소할 수 있다. 이 관점에서 동물에게 의식 없는 감정을 최대로 인정하고 의식 있는 느낌을 최소로 인정하면 감각, 평가, 믿음, 언어, 가치 등이 지닌 의식의 요소를 배제하더라도 동물의 감정을 인정할 길이 열리기 때문이다.

감각과 감정을 의식 없는 경험, 현상 의식 없는 감각과 감정이라고 규정하고 동물의 감각과 감정이 이런 경험에 속한다고 주장한다.⁵¹⁾ 현상 의식은 주관적 느낌을 가지는 심리 상태이며 이 심리 상태에 대한 믿음을 형성하는 사유 능력이 있어야 생긴다.⁵²⁾ 캐루터스에 따르면 의식 느낌이 없는 무의식 경험이 있다. 예를 들어 우리는 운전할 때 도로 주변 상황을 보지 않고 다음 여름 휴가 계획을 생각할 수 있다. 또 우리는 설거지 하면서 그릇을 씻을 때 음악에 빠져 싱크대에서 뭘 하는지 알지 못할 수도 있다. 이렇게 뭘 하는지 모른 채 하는 경험이 무의식 경험이다.⁵³⁾

캐루터스에 따르면 동물의 경험은 대부분 무의식 경험일 가능성이 크다. 그 이유는 두 가지다. 첫째, 대뇌 중 고통의 장소를 분별하는 고등 피질이 활성화하고 고통을 멈추려는 욕망을 일으키는 변연계가 활동하지 않으면 무의식 경험이 생기는데 대부분의 동물은 무의식 경험에 적합한 신경 매커니즘을 갖춘 것으로 보인다. 인간도 예를 들어 뇌의 어떤 부분을 다친 환자는 핀으로 다리를 찌르면 신음하는 등 보통의 고통 반응을 보이지만 아픈 느낌이 없다고 솔직히 고백한다.⁵⁴⁾

둘째, 의식 경험은 그 경험이 일어나고 있다는 믿음을 불러일으키는데 이런 믿음이 일어나려면 심리 철학자 데이비슨(D. Davidson)도 지적하듯이 언어 능력이 필요하다.⁵⁵⁾ 데이비슨은 「합리적 동물(Rational Animals)」(1982)에서 믿음을 가지려면 믿음의 개념(concept of belief)을 가져야 하고 믿음의 개념을 가지려면 언어가 필요하다고 주장한다.⁵⁶⁾ 예를 들어 내가 주머니 속에 동전이 있다고 믿는 것과 나는 내가 주머니 속에 동전이 있다고 믿는다고 믿는 것은 다르다. 앞은 믿음이고 뒤는 믿음에 대한 믿음, 곧 믿음의 개념이다. 내 주머니 속에 동전이 있다는 믿음은 내가

51) Carruthers(1989), Carruthers(2004). 캐루터스의 견해에 대한 설명은 김성환(2009), 509-511쪽을 참고.

52) Carruthers(2004), 102-105쪽.

53) Carruthers(1989), 258-259쪽.

54) Carruthers(1989), 266-269쪽.

55) Carruthers(1989), 264쪽.

56) Davidson(2001), 102쪽.

이전에는 주머니 속에 동전이 없었다는 믿음을 믿어야 생긴다. 그래서 데이비슨은 믿음을 가지려면 믿음에 대한 믿음, 믿음의 개념을 가져야 한다고 주장한다.⁵⁷⁾

데이비슨에 따르면 믿음의 개념을 가진다는 것은 믿음이 참이나 거짓이 될 수 있다는 것을 안다는 뜻이다. 믿음이 참인지 거짓인지 알려면 믿음과 사실(what is the case) 또는 진리를 대조해야 한다. 믿음과 사실 또는 진리를 대조하려면 사실 또는 진리를 알아야 하고 사실 또는 진리를 알려면 남과 세계에 대해 언어로 의사 소통하면서 세계를 공유해야 한다. 따라서 언어를 사용하는 인간만이 믿음을 가질 수 있다.⁵⁸⁾

캐루터스가 데이비슨처럼 인간만이 언어를 가지고 의식 경험을 할 수 있다고 확실하게 주장하지는 않는다. 캐루터스는 침팬지가 의식 경험을 할 수 있는지에 관해 판단을 유보한다.⁵⁹⁾ 그러나 캐루터스의 현상 의식도 믿음을 형성하는 사유 능력이 있어야 생긴다. 캐루터스에 따르면 믿음을 형성하는 사유 능력은 경험을 자신에게 알리는 고차 사유 능력이므로 인간을 제외한 동물이 갖추기 힘들다. 따라서 감각과 감정에 대한 의식 경험도 인간을 제외한 동물에게 허용하기 어렵다.⁶⁰⁾

감정과 그 의식 느낌을 구별하면 물고기는 감정을 가지지만 감정의 의식 느낌을 가지지 않는다고 말할 수 있다. 무지개송어 실험에서 회피 학습은 두려움의 의식 느낌이 아니라 두려움의 감정이 학습 동기라고 볼 수 있다. 무지개송어도 두려움의 감정을 가질 수 있다. 무지개송어가 가지는 두려움의 감정은 호흡, 심장 박동, 호르몬 분비, 근육 수축 등의 변화와 이 변화를 뇌간과 척수가 감지하고 조절하는 신경 시스템이라고 규정할 수 있다. 그러나 무지개송어는 두려움의 의식 느낌을 가질 수 없다.

57) Davidson(2001), 102-104쪽.

58) Davidson(2001), 104-105쪽.

59) Carruthers(2004), 115-118쪽. 캐루터스는 침팬지가 다른 침팬지의 마음을 읽는다는 동물 행동학 연구 성과에 반대하는 동물 행동학자 포비넬리(D. Povinelli)의 연구 성과(2000)에 의존해 침팬지가 의식 경험 능력을 가지는지에 관해서는 판단을 유보한다.

60) Carruthers(2004), 102-105쪽.

짜을 얻기 위해 목숨을 건다는 구피도 마찬가지다. 구피는 사랑의 감정을 가질 수 있지만 사랑의 느낌을 가질 수 없다.

어류에 관한 신경 해부학, 신경 생리학, 신경 행동학 등의 연구 성과는 적어도 현재로서는 어류가 감정을 가질 수 있어도 의식 느낌을 가질 수 없다는 주장을 뒷받침한다. 첫째, 어류에게 신뢰질이 없다는 것은 신경 과학에서 논쟁의 여지없이 잘 확립된 견해다. 둘째, 감정에 관여하는 네 발 동물의 편도체나 어류의 편도체형 복합체의 활동은 신뢰질에 기록되지 않으면 의식되지 않는다. 셋째, 어류의 고통 감각, 두려움 감정, 연합 학습 등은 모두 뇌간과 척수가 조절하고 신뢰질에 의한 의식 없이 일어날 수 있다. 넷째, 어류의 종뇌 외투가 신뢰질을 대신해 의식 능력을 가질 수 있다는 주장은 논쟁의 여지가 있다. 물고기는 두려움의 감정을 가질 수 있지만 두려움을 의식으로 느낄 수 없다.

(대진대학교)

참고문헌

- 김성환(2009), 「다윈과 현대 동물 인지 연구」, 『법한철학』 55, 503-530.
- 다마지오(2007), 『스피노자의 뇌: 기쁨, 슬픔, 느낌의 뇌 과학』, 임지원 옮김, 사이언스북스
- 드말(2007), 『영장류의 평화 만들기』, 김희정 옮김, 새물결.
- 르두(2006), 『느끼는 뇌』, 최준식 옮김, 학지사.
- 맹주만(2009), 「동물의 고통과 식물의 감각」, 『철학 탐구』 26, 245-273.
- 베코프(2007), 『동물의 감정』, 김미옥 옮김, 시그마북스.
- 이원택(1996), 『의학 신경 해부학』, 고려의학.
- 최훈(2009), 「맹주만 교수는 피터 싱어의 윤리적 채식주의를 성공적으로 비판했는가?」, 『철학 탐구』 25, 195-214.
- 최훈(2010), 「감응력 이론 다시 보기」, 『철학 탐구』 27, 119-137.
- 하인리히(2005), 『까마귀의 마음』, 최재경 옮김, 예코리브르.
- Bekoff, M.(2000). "Animal Emotions: Exploring Passionate Natures. *Bioscience* 50. 861-870.
- Butler, A. and Cotterill, R.(2006). "Mammalian and Avian Neuroanatomy and the Question of Consciousness in Birds. *The Biological Bulletin* 211.2. 106-127.
- Carruthers, P.(1989). "Brute Experience. *The Journal of Philosophy* 86. 258-269.
- Carruthers, P.(2004). "Suffering Without Subjectivity. *Philosophical Studies* 121. 99-125.
- Davidson, D.(2001). "Rational Animals. in D. Davidson, *Subjective, Intersubjective, Objective*, Oxford: Clarendon Press.
- Dixon, B.(2001). "Animal Emotions. *Ethics and the Environment* 6. 22-30.
- Duncan, I., Chandroo, K., Moccia, R.(2004b). "Can Fish Suffer? Perspectives on Sentience, Pain, Fear and Stress. *Applied Animal*

Behaviour Science 86, 225-250.

Duncan, I., Yue, S., Moccia, R.(2004a). "Investigating Fear in Domestic Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Using an Avoidance Learning Task. *Applied Animal Behaviour Science* 87. 343-354.

Jarvis, E.(corresponding author). Güntürkün, O., Bruce, L., Csillag, A., Karten, H., Kuenzel, W., Medina, L., Paxinos, G., Perkel, D., Shimizu, T., Striedter, G., Wild, J., Ball, G., Dugas-Ford, J., Durand, H., Hough, G., Husband, S., Kubikova, L., Lee, D., Mello, C., Powers, A., Siang, C., Smulders, T., Wada, K., White, S., Yamamoto, K., Yu, J., Reiner, A., Butler, A.(2005) "Avian Brains and a New Understanding of Vertebrate Brain Evolution. *Nature Reviews Neuroscience* 6.2. 151-160.

Povinelli, D.(2000). *Folk Physics for Apes*, Oxford: Oxford University Press.

Roberts, R.(2009). "The Sophistication of Non-human Emotion. in R. Lurz ed. *The Philosophy of Animal Minds*. Cambridge: Cambridge University Press. 218-236.

Rose, J.(2002). "The Neurobehavioral Nature of Fishes and the Question of Awareness and Pain. *Reviews in Fisheries Science* 10. 1-38.

Stamp, N.(2001). "Effects of Prey Quantity and Quality on Predatory Wasps. *Ecological Entomology* 26. 292-301.

<http://en.wikipedia.org>

Animal Emotions: Can Fishes Feel Fear?

Seong-hwan Kim

In this paper, I argue that it is necessary to distinguish emotion from feeling and that fishes can have emotions but not conscious feelings of them. For example, emotion of fear and conscious feeling of it are different from each other. When a dentist put me under local anesthesia and drills my tooth I can have my cheek tingled but not feel feared. The tingled cheek is an emotional response of fear and different from conscious feeling of it. First of all, it is the well-established principle that fishes don't have neocortex. Secondly, the activities of the amygdala of tetrapod or the amygdaloid complex of fishes would not be conscious if they were not recorded on neocortex. Thirdly, sensation of pain, emotion of fear, and associative learning of fishes are controlled by the brain stem and spinal cord without consciousness by neocortex. Lastly, the hypothesis that the pallium of the telecephalon of fishes can replace neocortex of mammals is controversial. Therefore, fishes can have emotion of fear but not conscious feeling of it.

Key Words: Animal Emotions, Emotion, Feeling, Consciousness, Fish, Fear

김성환 e-mail: shkim@daejin.ac.kr

투 고 일	2010년 09월 24일
심 사 일	2010년 10월 20일
게재확정	2010년 11월 10일