

생물학실험 모듈 3

-실험 보고서-

생물학 실험 (001)

서울대학교 컴퓨터공학부
2017-18570 이성찬

2017년 12월 15일

실험1. 행동학 실험

Abstract

이번 실험에서는 동물행동학에 대해 알아본다. 조류와 그들의 행동을 관찰해 보는데, 먹이를 미리 설치해 두고 설치 장소에서 쌍안경과 카메라, 필기구를 활용해 새들을 관찰해 본다. 관찰한 내용을 바탕으로 관찰 일지를 작성하고 일지를 정리한다. 관찰 결과를 바탕으로 새들의 행동 습성을 알아보고, 행동 및 관계를 동물 행동학에 근거하여 분석해 본다.

1 Introduction

1.1 배경 이론

1.1.1 동물행동학(Ethology)

동물행동학(Ethology)는 동물들의 행동에 관한 과학적이고 객관적인 연구이며, 주로 자연 환경 속에서의 동물의 행동들에 대해 연구한다. 이에는 동물의 행동이 환경에 대해 진화적으로 적응했다는 가정이 바탕이 되어있다. [1] 즉 자연에서의 동물들의 행동 양상을 관찰하며 분석하며 그 행동이 갖는 의미들을 분석하는 것이 동물행동학의 주된 과제이다. 현대의 동물행동학은 일반적으로 1930년대의 생물학자 Nikolaas Tinbergen과 1973년에 노벨 생리학/의학 수상자인 Konrad Lorenz, Karl von Frisch에 의해 시작된 것으로 이해된다. [2] 동물행동학은 실험실과 야외의 과학이 조합된 형태로, 신경해부학, 진화 생물학, 생태학과도 깊은 관련이 있다. 동물행동학자들은 일반적으로 단지 특정 동물 군보다는 여러 동물들 사이에서 일어나는 특정 행동과 그에 대한 행동 과정에 대해서 관심을 갖고 연구를 한다.

1.2 실험 목표

이번 실험의 목표는 조류를 관찰하는 것이다. 조류 관찰을 통해 생태계를 구성하고 있는 생물들이 실제로 어떤 행동을 보이고, 주어진 환경에 대해서 어떤 반응을 보이는지에 대해 관찰해 보고 이해해 본다.

1.3 실험 과정

1.3.1 실험 재료 및 방법

우선 500동 뒤편에 먹이를 4곳에 설치했다. 공간적인 요소(먹이, 자원) 뿐만 아니라 계절, 기후의 변화와 같은 시간적 요소들도 관찰에 있어서 중요함을 알아두어야 했다. 위와 같은 요소들의 변화에 따라 먹이 설치 장소에 나타나는 새의 종 구성도 달라질 수 있음을 알아야 했다. 관찰을 진행한 서울대학교 내에서는 이동을 하지 않는 텃새들이 많이 존재하며, 관악산을 중심으로 산새들이 많이 살고 있다. 해바라기 씨를 이용하여 새들이 오도록 유도해 보았다. 겨울철의 산, 해바라기 씨는 공간/시간적 요소를 고려해 두었다. 시간이 날 때 설치된 먹이 통 근처로 쌍안경, 카메라를 준비해 가서 새들이 도망가지 않을 거리에 자리를 잡았고, 새들을 관찰해 보았다. 관찰할 때는 관찰 일지를 작성하였다.

2 Results

2.1 실험결과 [4]

먹이통을 설치했던 4곳의 장소 중에서 첫 번째와 네 번째 장소는 새가 많이 존재 하지 않았는데 비교적 건물과 가까웠던 것이 이유인 것 같았다. 반면 두, 세 번째에서는 관찰이 가능했는데, 이곳에서 관찰 일지를 작성해 보았다. 카메라에서는 배울을 최대한 하고 새가 도망가지 않도록 적정 거리를 유지하며 찍도록 하였다.

2017년 11월 21일 관찰 일지

11:49 500동 도착

11:50 먹이 설치 장소별로 새의 유무를 확인

11:52 3번째 장소에서 박새의 먹이 섭취 장면 발견

11:54 박새가 먹이를 먹은 후 나뭇가지 사이에서 이동하는 모습 발견

11:56 곤줄박이가 와서 먹이를 먹음

12:00 박새와 쇠박새가 같이 있는 장면을 2번째 장소에서 발견

12:01 박새와 쇠박새는 같은 장소에서 먹이를 공유했으며 같은 공간에 어느 정도 시간동안 자리를 유지하였음

2.2 결과 분석

2.2.1 박새와 곤줄박이 관찰



<좌: 그림1: 먹이통 3에서 관찰된 박새의 모습>

11:52 ~ 11:57 박새와 곤줄박이를 관찰할 수 있었다. 먹이통에서 열심히 해바라기 씨를 먹고 있는 모습을 관찰하였다. 먹이를 먹다가 때때로 가지 위로 올라가는 모습이 관찰되었는데, 이는 나중에 먹을 먹이를 미리 숨겨놓기 위함이라고 추측하였다. [3]

<우: 그림2: 먹이통 3의 곤줄박이>

박새가 온 이후에는 곤줄박이가 등장하였다. 박새와 곤줄박이 사이에는 어떤 관계가 있는지 정확하게 파악할 수는 없었지만 곤줄박이는 먹이를 섭취하고 날아갔다. 곤줄박이가 혹시 박새를 쫓아낸 것은 아닌지 의문이 든다.



2.2.2 박새와 쇠박새 관찰



<그림3: 박새와 쇠박새가 먹이통 2에서 함께 먹이를 먹는 모습>

먹이통 2에서는 종이 다른 두 새가 함께 먹이통에서 먹이를 먹는 모습을 관찰할 수 있었다. 관찰하는 1분 동안 둘은 같은 먹이통에서 함께 먹이를 섭취하였다. 이를 통해 박새와 쇠박새는 공존 관계에 있는 종임을 추론할 수 있었다. [5]

특히 서로 위협한다거나 견제하는 등의 행동은 관찰할 수 없었으며, 먹이를 충분히 먹은 뒤에는 두 새 모두 날아가 버렸다.

3 Discussion & Conclusion

동물들은 공통된 자연 환경 속에서 한정된 자원을 공유하고, 그 자원을 차지하기 위해 경쟁하게 된다. 하지만 같은 자원을 두고도 함께, 혹은 도우며 살아가는 종들도 존재한다. 관찰한 새의 표본이 지나치게 작아 완벽하지는 않겠지만 먹이통 3에서 관찰했던 박새가 날아간 뒤에 곤줄박이가 와서 먹이를 먹은 것을 고려했을 때, 박새와 곤줄박이는 한정된 자원 속에서 서로 경쟁하는 종일 것이라고 추측할 수 있었다. 또 먹이통 2에서 관찰한 박새와 쇠박새는 한정된 자원을 서로 공유하며 같이 살아가는 종임을 추측할 수 있었다.

서로 다른 위치에 있는 먹이통에 대해서 발견되는 새들의 종류가 달랐는데, 이는 지리적인 차이점에서 발생했을 것으로 본다. 500동에 도착하여 먹이통 4군데를 확인해 보았는데 먹이통 1과 4에서는 새가 없었다. 웬지 학교 건물과 가깝고, 나무가 상대적으로 적어서 혹은 인간이 자주 접근했기 때문에 새들이 잘 찾아오지 않은 것이라고 추측한다. 실제로 먹이통 속에 남아 있는 먹이의 양을 보았더니 먹이통 1, 4는 먹이의 양이 상당히 많이 남아있었고 (먹이통을 채워주시는 분이 1~4를 전부 같은 시각에 꽉 채운다는 가정 하에) 2, 3에서는 먹이의 양이 절반 이하였으며 새가 더 많이 찾아왔었다. 먹이통 2, 3의 주변 환경을 잘 보면 나무 등의 위치가 매우 적절하고 멀리서 사람이 관찰이 가능해 새들이 다가오기가 쉽지만, 먹이통1과 4는 나무나 풀이 다른 먹이통에 비해 적거나 새의 접근이 어렵다. 그래서 만약 주변 자연물을 이동하는데 자주 사용하는 새 종이라면 먹이통 1, 4와 같은 곳으로는 접근하기가 어려웠을 것이다. [6] 이렇게 한 환경에서 한정된 자원을 공유하는 생물들 사이의 경쟁과 공생은 진화적인 관점에서 볼 때 불필요한 번식, 도태를 방지하여 전체적인 생태계의 발전을 이뤘다. [3]

4 Reference

- [1] "Definition of ethology". Merriam-Webster. Retrieved 9 September 2016.
- [2] "The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1973". Nobelprize.org. Retrieved 9 September 2016. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1973 was awarded jointly to Karl von Frisch, Konrad Lorenz and Nikolaas Tinbergen 'for their discoveries concerning organization and elicitation of individual and social behaviour patterns'.
- [3] Jane B. Reece, Lisa A. Urry, Michael L. Cain, Steven A. Wasserman "Campbell Biology 9th edition" 바이오사이언스 (2012)
- [4] 컴퓨터공학부 17학번 심성원 학생과 함께 새를 관찰하였다.
- [5] Soininen, Heino, Lappalainen, Virtanen "Expanding the ecological niche approach: Relationships between variability in niche position and species richness", ECOLOGICAL COMPLEXITY. Vol.8 No. 1, [2011]
- [6] Hill, B., "Feeder flexibility Selecting the best-suited vibratory feeder for material handling applications", SOLIDS AND BULK HANDLING, Vol.33 No.4, [2007]

실험2. 개구리밥 개체군의 성장

Abstract

이번 실험에서는 20, 40, 60, 80개의 개구리밥 개체를 각각 3개씩 담은 페트리 접시에 대하여 개구리밥 개체군을 대조군, 암조건, 산성 조건의 3가지 조건에 대해 1주일간 배양을 한 후, 각 조건에서 개구리밥 개체 수에 어떠한 변화가 있었는지 분석해 본다. 분석하는 과정에서 T 검정을 사용하여 생물 통계에 대해서도 배워본다.

1 Introduction

1.1 배경 이론

1.1.1 생태학

생태학(Ecology)은 환경과 생물 사이, 생물과 생물 사이의 상호작용에 대해 과학적으로 분석하고 연구하는 학문이다. [1] 생물학, 지질학, 지구과학과도 연관이 깊은 학문이다. 생태학의 연구 분야에는 생물체와 생물체간, 생물체와 환경 간의 상호작용이 포함된다. 생태학자들의 주된 관심 연구 분야는 환경 내의 생명체의 다양성, 생명체의 분포와 그 양, 그리고 특정 생물 개체들의 인구 수, 개체들 간의 경쟁과 공생 등이 있다. 환경과의 상호작용 속에서는 생물학적인 요인들과 비생물학적 요인이 있다. 생물학적 요인(Biotic Factor)에는 생명체들 간의 관계, 경쟁, 포식, 피식, 공생, 기생 등이 있고, 비 생물학적 요인(Abiotic Factor)에는 물리화학적 요인, 빛, 공기, 물, 토양 등이 포함되어 있다. 이번 실험에서는 개구리밥 개체군에 대해 공부하므로 생태학을 계층에 따라 구분한 개체군생태학, 군집 생태학에 대해 다룬다.

1.1.2 수생식물(Hydrophyte)

수생식물은 물에서 자라는 식물들을 총칭해서 말한다. Aquatic Plants라고도 한다. 이 식물들은 물에서 살기 위해 특별한 적응이 필요 하다. 가장 흔한 적응 기작은 통기조직(aerenchyma)을 갖고 있는 것이다. 이 밖에도 부엽이나 잘게 절개된 잎들도 흔하게 관찰할 수 있다. [2][3][4] 수생식물에는 갈대와 부들 같은 정수 식물들이 있고, 개구리밥, 생기가래와 같은 부유식물, 연꽃, 수련과 같은 부엽식물, 물수세미, 검정말과 같은 침수 식물들이 있다.

1.2 실험 목표

이번 실험의 목표는 개구리밥 개체군의 개체수의 변화를 관찰하고 분석하는 것이다. 3가지 조건 (Control, 암조건, 산성)에 대하여 조건별 개체군의 성장을 관찰한다. 조건별로 개체군의 성장곡선을 제작해 보고, 조건별로 개체군의 증가율을 측정한다. 환경 조건과 개체군의 성장 관계를 파악해 보고, 산성비와 빛의 양이 개체군 생장에 미치는 영향을 분석해 본다. 또한 분석 과정에서 T 검정을 활용하여 생물 통계에 대해서도 배워본다.

1.3 실험 과정

1.3.1 실험 재료 및 방법

이 실험에는 1주가 소요되었다. 첫날에는 개구리밥, 직경 60Φ 인 페트리 접시 12개, 핀셋, 배양액, 산성 배양액 (pH 4.0), 네임펜, 증류수를 준비하였다. 실험을 개구리밥으로 진행하는

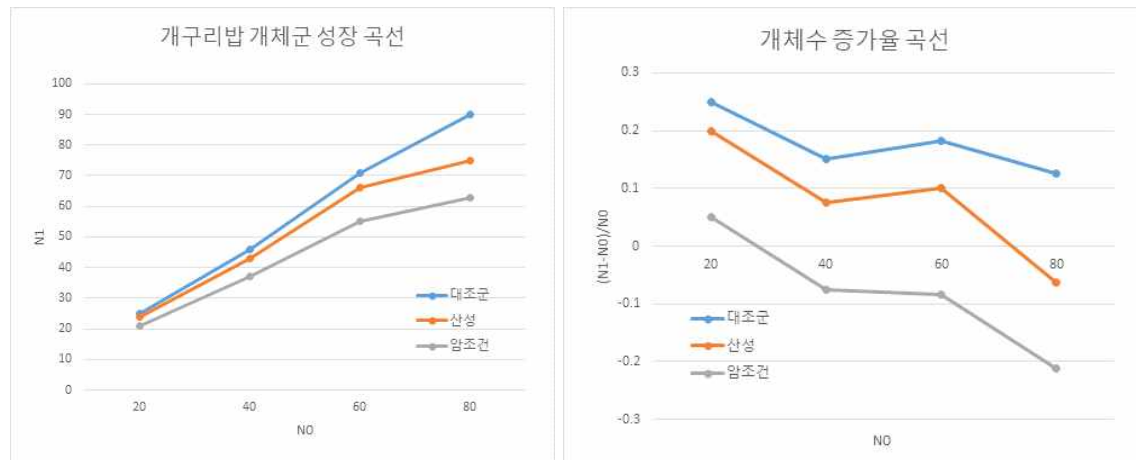
이유는 일단 크기가 개체 당 3~5mm로 작으며 주로 출아법으로 번식하기 때문에 번식의 속도가 빠르고 군집을 이루어 서식한다. 또 서식 범위가 넓고 오염된 물에서도 잘 자라기 때문에 개구리밥으로 실험을 했다. 12개의 페트리 접시에 낱자, 호실, 시간, 조를 각각 표기했고, 페트리 접시에 배양액을 7ml씩 담아두었다. 그리고 이 때 네임펜으로 배양액의 높이를 미리 표시해 두었다. 나중에 배양액의 수위가 변화할 경우에는 증발량 만큼 증류수로 보충을 해주었다. 3가지 조건별로 페트리 접시를 4개 만들었고, 그 페트리 접시는 각각 개구리밥 20, 40, 60, 80개 개체가 들어가도록 세어서 넣었다. 암조건의 경우 은박지로 잘 싸서 빛이 통과하지 못하도록 해 주었다. 그리고 이 과정이 완료되면 Growth Chamber (20~25°C, 낮/밤: 16hr, 8hr) 안에서 1주일간 배양을 했다.

1주일 뒤에는 개구리밥의 개체수를 다시 세어주고 개체수의 증가량을 측정해 주었다. 개체수를 셀 때, 엽상체와 뿌리를 가지는 개체를 계수했다. 엽상체가 노랗게 변한 개체는 제외하였다.

2 Results

2.1 기본 측정값

1주일을 배양한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.



<표1, 2: 개구리밥 개체군의 성장 곡선과, 개체수 증가율 곡선을 각 조건별로 나타낸 것이다>

2.2 결과 분석

다른 조의 데이터를 통합하여 [5] 증가율에 대해서 T test를 시행한다. 여기서 귀무가설 H_0 : 증가율의 평균이 동일하다. 대립가설은 H_1 : 증가율의 평균이 동일하지 않다. (양측검정)이다. 표본의 평균은 T test로 검정을 시행한다. T test의 결과는 수학적으로 모집단의 등분산성에 영향을 많이 받기 때문에 F test로 각각 모집단들이 등분산임을 먼저 보이고 시작한다. 이때 H_0 : 모집단은 등분산이다. H_1 : 모집단의 분산이 다르다. 로 둘 수 있다. 엑셀로 분석을 한 결과 대조군과 산성에서는 유의확률이 $0.28 > 0.05$ 이었고, 대조군과 암조건을 분석했더니 유의확률이 $0.29 > 0.05$ 였다. 모두 유의수준 5%에서 귀무가설을 기각하지 못하므로 모집단이 등분산이라고 하고 T-test를 시행한다.

대조군과 산성 집단에서 T test 결과 유의확률이 0.15로 유의수준 5%에서 귀무가설을 기각하지 못하므로 증가율의 평균이 대조군과 산성 집단에서는 동일하다는 결론을 얻었다. 반면

대조군과 암조건 집단에서 T test 결과 유의확률이 0.005 로 유의수준 5%에서 귀무가설을 기각할 수 있다. 따라서 대조군과 암조건 집단의 경우에는 증가율의 평균이 동일하지 않다는 결론을 얻었다. 더욱 자세히, 단측 검정 결과 증가율의 평균이 암조건 집단이 더 작다는 결론을 얻을 수 있었다.

3 Discussion & Conclusion

위의 결과 분석으로부터 대조군과 산성 집단의 경우에는 개체수의 증가율의 평균이 동일하다는 결과를 얻었다. 이 경우 개구리밥이 오염된 물에서도 잘 자라는 등 배양액의 pH에 크게 영향을 받지 않은 것으로도 해석할 수 있을 것이다. 하지만 일반적으로는 토양이 지나치게 산성화 되는 경우에는 식물이 잘 자라지 못하는 환경이 되는데, 토양에서 식물의 생장을 돕는 박테리아들의 생장이 저해되어 식물에 필요한 영양물질이 합성되지 못하는 일들이 일어나기도 한다. 또 식물의 수분손실, 표피조직 손상이 일어나고 광합성을 저해한다.

반면 대조군과 암조건 집단의 경우에는 개체수의 증가율 평균이 동일하지 않다는 결과를 얻었고, 특히 증가율 평균값이 암조건 집단의 경우에 더 작다는 결론을 얻었다. 즉 이는 수생 식물도 살아가는데 빛이 필요함을 추측할 수 있게 해준다. 빛의 양이 증가하면 단위 시간당 광합성의 양이 커지기 때문에 식물의 생장이 촉진된다는 사실은 널리 알려져 있다. [1]

로지스틱 방정식은 개체군 성장의 가장 단순한 모델로 $dN/dt = rN$ ($r > 0$ 의 비례 상수)로 표현되는데, 이는 한계점을 지닌다. 변수분리를 이용해 방정식을 풀어주면 $N = Ae^{rt}$ (A 는 상수)를 얻는데, 이는 $t \rightarrow \infty$ 일 때 $N \rightarrow \infty$ 로 가는 비현실적인 결과를 보여준다. 실제 환경에서는 공간적, 시간적 제약 때문에 시간이 아무리 많이 흘러도 한정된 공간 내에서는 무한한 수의 개체가 존재하는 것이 불가능하며, 위 방정식에서는 생물들의 자연사로 인한 개체수의 감소를 고려하지 않았다는 큰 문제점이 하나 또 존재한다.

4 Reference

- [1] Campbell Biology, 10th Edition.
- [2] Sculthorpe, C. D. 1967. The Biology of Aquatic Vascular Plants. Reprinted 1985 Edward Arnold, by London.
- [3] Hutchinson, G. E. 1975. A Treatise on Limnology, Vol. 3, Limnological Botany. New York: John Wiley.
- [4] Cook, C.D.K. (ed). 1974. Water Plants of the World. Dr W Junk Publishers, The Hague. ISBN 90-6193-024-3.
- [5] 생물학실험 001 분반 화요일 1시 110호 2조의 실험결과를 포함시켰다.

실험3. 닭 발생 실험

Abstract

이번 실험에서는 7일간 배양한 닭 배아를 관찰하고, 영구 슬라이드 샘플에서 각 시간대별로 발생한 닭 배아를 관찰해 본다. 또 14일이 지난 닭 배아를 관찰하고 발생일지를 기록하여 생물의 발생 과정에 대하여 알아본다.

1 Introduction

1.1 배경 이론

1.1.1 생물의 발생

생물은 매우 다양한 종류의 세포로 구성 된 조직체이다. 이들 세포가 유기적으로 연결되고, 제 기능을 수행할 때 생물은 하나의 온전한 개체로서 생존할 수 있다. 다세포 생물의 경우, 하나의 수정란(zygote) 으로부터 완전히 기능하는 개체가 되기까지 점진적으로 많은 변화를 거치는데 이 과정을 발생(development)이라고 한다. [1] Embryogenesis 라고도 한다. 발생은 난자와 정자의 수정과 함께 시작되며, 수정이 된 후에는 수정란이 된다. 수정란은 세포분열을 거치고 세포 분화를 통해 다세포 배아가 되어간다.

1.1.2 닭 배아의 수정과 낭배형성 [2]

닭 배아는 체내 수정으로 발생이 시작되며, 수정은 수란관에서 이루어진다. 수정 방식은 여러 숫자의 정자가 하나의 난자 속으로 들어가는 다수정 방식이다. 하지만 최종적으로는 하나의 정자만이 선택된다. 닭에는 난황이 많아 난황이 난황의 꼭대기의 배반에서 일어난다. 포배 시기에는 배반이 나누어지게 된다. 배엽이 배반엽상층과 배반엽하층으로 분리되면서 낭배형성이 시작된다. 가장자리의 세포들이 중심을 향해 이동하고, 배반의 한쪽 끝에 원조라 불리는 층이 생긴다. 원조 한가운데 원구라는 홈이 생기는데, 원조가 점점 길어지고 배반엽 상층에서 분열한 세포들이 배반엽공간에 도달한다. 닭의 수정란은 38도, 습도 60% 이상을 유지해 주면 21일 후 정상적으로 발생할 것이다.

1.2 실험 목표

닭의 배 발생 시 나타나는 많은 과정들은 포유류의 발생 과정과 많은 유사성을 보인다. 대부분 포유류의 배는 실험과 연구하기에 샘플을 충분히 확보하기가 어렵지만 닭의 경우에는 샘플 수집이 용이하고, 원하는 발생 단계를 쉽게 얻을 수 있다. 발생 과정에 있는 닭의 수정란에서 배를 분리하여 관찰해 보고 이를 통해 동물의 발생 과정을 이해해 본다. 또 닭을 부화시키는 과정과 부화에 필요한 조건을 이해해 본다.

1.3 실험 과정

1.3.1 실험 재료 및 방법

실험 1주일 전에 유정란을 준비하여 요일, 시간, 조, 이름, 날짜를 표기했다. 그리고 알을 부화기에서 7일간 배양했다. 7일간 배양된 알을 꺼내어 페트리 접시 위에서 수정란의 뾰족한 부분을 아래로 세우고 위쪽에 핀셋으로 구멍을 내 껍데기를 조심스럽게 뜯어내었다. 이때 배